



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE
Creada Ley No. 10 – Registro Oficial 31 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO INTEGRADOR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE
SOFTWARE

SISTEMA ERP PARA LA LOGÍSTICA DE
APROVISIONAMIENTO EN VIVERO DEL CAMPUS LASTENIA
ULEAM EL CARMEN

ZAMBRANO VERA JUAN DAVID

AUTOR

ING. MENDOZA VILLAMAR ROCIO ALEXANDRA

TUTORA

EL CARMEN, AGOSTO 2026



Uleam

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

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

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) 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 del estudiante **Zambrano Vera Juan David**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería en Software, período académico 2025(2)-2026(1), cumpliendo el total de 288 horas, cuyo tema del proyecto **SISTEMA ERP PARA LA LOGÍSTICA DE APROVISIONAMIENTO EN VIVERO DEL CAMPUS LASTENIA 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.

Lugar, El Carmen 31 de julio del 2026.

Lo certifico,



Ing. Rocio Mendoza Villamar, Mgtr.
Docente Tutora
Área: Ingeniería de Software

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Uleam

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Extensión El Carmen

Carrera de Ingeniería en Software

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título del Trabajo de Titulación:

SISTEMA ERP PARA LA LOGÍSTICA DE APROVISIONAMIENTO EN VIVERO DEL CAMPUS
LASTENIA ULEAM EL CARMEN

Modalidad:

Proyecto Integrador

Autor:

Zambrano Vera Juan David

Tutor:

Ing. Mendoza Villamar Rocio Alexandra

Tribunal de Sustentación:

- **Presidente:** Ing. Mora Marcillo Alex Bladimir
- **Miembro:** Ing. Reascos Pinchao Raul Saed
- **Miembro:** Ing. Lopez Rodriguez Carlos Vinicio

Fecha de Sustentación:

26 de agosto de 2026

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de titulación, cuyo tema es: Sistema ERP Para La Logística De Aprovisionamiento En Vivero Del Campus Lastenia Uleam El Carmen, corresponde exclusivamente a: Zambrano Vera Juan David CI.1728142140 los derechos patrimoniales de la misma corresponden a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.



Zambrano Vera Juan David
CI. 172814214-0

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios que me ha ayudado en muchos momentos, ha estado a mi lado en toda mi carrera Universitaria e iluminado cada paso que he avanzado y a mis padres que me han dado su apoyo incondicional y consejos en toda mi vida.

Zambrano Vera Juan David

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios por darme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida. A mis padres, quienes han sido mi mayor motivación, les doy las gracias por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo y la dedicación; todo lo que he logrado hasta hoy es también fruto de sus sacrificios y de su confianza en mí. Asimismo, agradezco a mis amigos y compañeros de carrera por su compañerismo y apoyo, por hacer más llevadera esta travesía universitaria y por cada conversación, trabajo en equipo y momento de aprendizaje compartido. Este logro representa no solo mi esfuerzo, sino también el de todas las personas que han creído en mí durante este camino, y a todos ustedes les expreso mi más sincero agradecimiento.

Juan David Zambrano Vera

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 Presentación del tema	2
1.3 Ubicación y Problematicación de la problemática	2
1.4 Planteamiento del Problema	2
1.4.1 Problematicación.....	2
1.4.2 Génesis del problema	3
1.4.3 Estado actual del problema	3
Diagrama causa – efecto del problema.....	5
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo general	5
1.5.2 Objetivos específicos	6

1.6	Justificación	6
1.7	Impactos esperados	7
1.7.1	Impacto tecnológico	7
1.7.2	Impacto social	7
1.7.3	Impacto ecológico	7
Capítulo II		8
2. Marco teórico		8
2.1	Antecedentes históricos	8
2.2	Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado	8
2.3	Definiciones conceptuales	10
2.3.1	Sistema ERP	10
2.3.2	Logística de Aprovisionamiento	15
2.3.3	Metodología propuesta	21
2.4	Conclusiones	22
Capítulo III		24
3. Marco investigativo		24
3.1	Introducción	24
3.2	Tipo de Investigación	24
3.2.1	Según su finalidad, Investigación Aplicada	24
3.2.2	Según la fuente de datos, Investigación Bibliográfica	24
3.2.3	Según el ambiente, Investigación de campo	25
3.3	Métodos de Investigación	25
3.3.1	Método Analítico-Sintético	25
3.3.2	Método Inductivo-Deductivo	25
3.3.3	Método Descriptivo	26
3.3.4	Método cuantitativo	26
3.3.5	Método cualitativo	26
3.4	Fuentes de Información de Datos	27
3.4.1	Fuentes Primarias	27
3.4.2	Fuentes Secundarias	27
3.5	Estrategia operacional para la recolección de datos	28

3.5.1	Población - Segmentación - Técnica de muestreo - Tamaño de la muestra	28
3.5.2	Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar	29
3.5.3	Plan de recolección de datos	30
3.6	Análisis y presentación de resultados	30
3.6.1	Tabulación y análisis de los datos	30
3.6.2	Presentación y descripción de los resultados obtenidos	36
3.6.3	Informe final del análisis de los datos	37
Capítulo IV.....	38	
4. Marco propositivo	38	
4.1	Introducción	38
4.2	Descripción de la propuesta	38
4.3	Determinación de recursos.....	39
4.3.1	Humanos	39
4.3.2	Tecnológicos.....	40
4.3.3	Económicos	40
4.4	Desarrollo según metodología Scrum	41
4.4.1	Descripción del Producto	41
4.4.2	Historias de Usuario	42
4.4.1	Diseño del Sistema / Descripción Técnica	44
4.4.2	Descripción Técnica / Arquitectura del Sistema	49
4.4.3	Roles y Responsabilidades	51
4.4.4	Planificación del Sprint	51
4.4.5	Backlog del Producto	52
4.4.6	Definición de Hecho DoD	69
4.4.7	Incremento y Entregables.....	73
Capítulo V.....	74	
5. Evaluación de resultados	74	
5.1	Introducción	74
5.2	Presentación y monitoreo de resultados.....	74
5.2.1	Indicadores de gestión de proveedores e insumos.....	74
5.2.2	Indicadores de usabilidad y aceptación del usuario	76
5.2.3	Síntesis del monitoreo	76

5.3	Interpretación objetiva	76
Capítulo VI.....		78
6. Conclusiones y recomendaciones		78
6.1	Conclusiones.....	78
6.2	Recomendaciones.....	79
Bibliografía.....		80
Anexos.....		83
Glosario.....		88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Plan de recolección de datos	30
Tabla 2 Encuesta	30
Tabla 3 Entrevista	33
Tabla 4 Recursos Humanos	39
Tabla 5 Recursos tecnológicos.....	40
Tabla 6 Recursos económicos.....	40
Tabla 7 Funcionalidades Clave	41
Tabla 8 Usuarios Objetivo	42
Tabla 9 Requerimientos Funcionales	50
Tabla 10 Requerimiento no funcionales	50
Tabla 11 Roles y responsabilidades	51
Tabla 12 Planificación del sprint	51
Tabla 13 Sprint 1.....	52
Tabla 14 Sprint 2.....	54
Tabla 15 Sprint 3.....	61
Tabla 16 Sprint 4.....	67
Tabla 17 Sprint 5.....	68
Tabla 18 Backlong Inicial.....	52
Tabla 19 Fin del Sprint 1	52
Tabla 20 Fin del sprint 2	54

Tabla 21 Fin del sprint 3	61
Tabla 22 Fin del sprint 4	67
Tabla 23 Fin del sprint 5	68
Tabla 24 Formulario de registro de proveedor	57
Tabla 25 Formulario de Orden de compra	65
Tabla 26 Formulario de proveedor	57
Tabla 27 Formulario de registro de proveedor	58
Tabla 28 Formulario de orden de compra.....	65
Tabla 29 Formulario de proveedor	59
Tabla 30 Trazabilidad de proveedores y ordenes de compra.....	75
Tabla 31 Control de recepcion de calidad de insumos	75
Tabla 32 Indicadores de usabilidad y aceptacion de usuario	76
Tabla 33 Síntesis del monitoreo.....	76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama causa-efecto del problema.....	5
Ilustración 2 Logística de Aprovisionamiento	44
Ilustración 3 Gestión de proveedores.....	45
Ilustración 4 Aprovisionamiento y Compras	45
Ilustración 5 Gestión de proveedores.....	46
Ilustración 6 Aprovisionamiento y compras	46
Ilustración 7 Gestión de proveedores.....	47
Ilustración 8 Aprovisionamiento y compras	47
Ilustración 9 Proveedor califica	48
Ilustración 10 Base de Datos.....	49
Ilustración 11 Arquitectura del Sistema.....	49
Ilustración 12 Mapa de navegación del sistema	53
Ilustración 13 Dashboard de Proveedores.....	55
Ilustración 14 Formulario de Registro de Proveedor	55
Ilustración 15 Formulario de Evaluación de Proveedor	56
Ilustración 16 Dashboard de Aprovisionamiento	62
Ilustración 17 Formulario de la Nueva Orden de Compra.....	63
Ilustración 18 Pantalla de Recepción de Insumos.....	63
Ilustración 19 Panorama	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 0-A Asignacion de tutor	83
Anexo 0-B Reporte del sistema antiplagio	84
Anexo 0-C Evidencia de aplicación de encuesta y entrevista.....	84

RESUMEN

El proyecto de titulación presente tiene como propósito el desarrollar e implementar un módulo de sistema de planificación de recursos empresariales adaptado para la logística de aprovisionamiento en el vivero de cacao ubicado en el Campus Lastenia, el vivero creado con fines educativos, de investigación y vinculación comunitaria operaba con procesos manuales que generaban ineficiencias críticas y desfases logísticos.

Se enmarco como aplicada de campo y bibliográfica a la investigación realizada a los involucrados en el vivero, empleando métodos como el analítico sintético, inductivo deductivo, descriptivo, cuantitativo y cualitativo. Los resultados de la entrevista semiestructurada al encargado y la encuesta a los 18 docentes de agropecuaria revelo una demanda unánime de automatización.

Como solución se decidió implementar una Aplicación Web implementada como monolito modular (React, Laravel y MySQL) y el despliegue en servidores gratuitos o servidores de la Uleam. Las características principales dentro del sistema son que automatiza el cálculo fenológico de seis fases, reprograma en cascada por variaciones climáticas o incidentes en el vivero, gestión calificada de proveedores, generación de ordenes de compras y un sistema de alertas con funcionalidad offline. Los resultados de evaluación demostraron una reducción del noventa y nueve punto siete por ciento en el tiempo de cálculo de cronogramas, precisión del noventa y ocho punto cinco por ciento en la fecha de despacho, eliminación total de errores en reprogramaciones, y una reducción proyectada del ochenta y tres por ciento en la pérdida de plántulas. El sistema fue validado por el stakeholder para su adopción en el ciclo productivo dos mil veintiséis-I.

Palabras clave: Sistema ERP, logística de aprovisionamiento, monolito modular, gestión de compras, gestión de proveedores.

ABSTRACT

The present degree project aims to develop and implement an enterprise resource planning system module adapted for supply chain logistics at the cacao nursery located at the Lastenia Campus. The nursery, created for educational, research, and community outreach purposes, operated with manual processes that generated critical inefficiencies and logistical gaps.

The research conducted with the nursery stakeholders was framed as applied, field-based, and bibliographic, employing methods such as analytical-synthetic, inductive-deductive, descriptive, quantitative, and qualitative. The results of the semi-structured interview with the person in charge and the survey of the 18 agricultural teachers revealed a unanimous demand for automation.

As a solution, it was decided to implement a Web Application using a modular monolith architecture (React, Laravel, and MySQL), with deployment on free servers or Uleam servers. The main features of the system include the automation of phenological calculations for five phases, cascade rescheduling due to climatic variations or incidents at the nursery, qualified supplier management, purchase order generation, and an alert system with offline functionality. The evaluation results demonstrated a ninety-nine point seven percent reduction in schedule calculation time, ninety-eight point five percent accuracy in dispatch dates, the complete elimination of errors in rescheduling, and a projected eighty-three percent reduction in seedling loss. The system was validated by the stakeholder for adoption in the two thousand twenty-six-I production cycle.

Keywords: ERP System, supply chain logistics, modular monolith, purchase management, supplier management.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La logística de aprovisionamiento obtiene una relevancia crítica en la economía actual, la cual se caracteriza por tener cadenas de suministro extensas y competitivas, por lo cual la eficiencia operativa se ha levantado como un pilar fundamental para la sostenibilidad y el crecimiento de cualquier organización. Por lo tanto, el nivel macro, se visualiza como el punto inicial que conecta la vasta red de suministro global, su desempeño está influenciado por los factores externos, como la volatilidad de los mercados, la disponibilidad de las materias primas, acuerdos comerciales e infraestructuras de transporte, en lo cual una gestión deficiente puede inducir disrupciones significativas que afecten no solo a una empresa u organización.

Los procesos empresariales descienden a un nivel meso, aquí la logística de aprovisionamiento deja de ser una idea abstracta y se materializa en una secuencia de actividades para una optimización de flujos crucial para eliminar cuellos de botella, reducir costos y roturas de stock, garantizando que los materiales estén en disponibilidad para la producción.

Las tareas, documentos y herramientas tecnológicas operan en el nivel micro, donde soportan la logística de aprovisionamiento, en este plano surgen habilitadores claves tales como la automatización de procesos, el control de inventario, la centralización de información y una información precisa y eficiente en tiempo real, lo que indica que necesita un sistema nervioso central que integre y establezca coherencia a todos los esfuerzos de los niveles superiores, un sistema ERP actúa como tal.

1.2 Presentación del tema

El presente tema consiste en desarrollar e implementar un módulo especializado dentro de un sistema ERP que unifique y automatice los procesos de logística de aprovisionamiento del Campus Lastenia extensión El Carmen, integrando de manera coherente la gestión de compras, el control de inventarios y la administración de proveedores bajo una plataforma tecnológica centralizada. Mejorando la calidad de la información disponible para la toma de decisiones estratégicas y operativas del Campus, reducir significativamente los tiempos de búsqueda y localización de recursos, y optimizar la eficiencia general de los procesos de aprovisionamiento.

1.3 Ubicación y Problematicación de la problemática

El presente proyecto está dirigido para la logística de aprovisionamiento en el vivero de cacao, se encuentra en el Campus Lastenia extensión, en el que todo se maneja manualmente, dando a conocer que existen zonas de almacenamiento sin control, espacios distribuidos por filas sin señalización clara, áreas con distintos tipos de materiales e insumos, provocando instalaciones sin organización ni administración. El vivero Campus Lastenia “Uleam Extensión El Carmen” se encuentra ubicada a 400 metros de la entrada principal vía a Santo Domingo de los Tsáchilas.

1.4 Planteamiento del Problema

1.4.1 Problematicación

En el vivero de cacao del Campus Lastenia se presentan múltiples deficiencias operativas, pero ¿Por qué?, ¿Será la falta de control automatizado en los procesos de aprovisionamiento?

El personal no logra ubicar rápidamente los insumos y materiales necesarios, ¿Será que el almacenamiento manual sin señalización clara genera pérdidas de tiempo?, ¿Por qué se demoran tanto en localizar fertilizantes, semillas o herramientas específicas?

En las zonas de almacenamiento todo se maneja de forma desorganizada, ¿Los trabajadores conocen realmente qué materiales tienen disponibles?, ¿Saben las

cantidades exactas de cada insumo?, ¿Pueden identificar cuándo se está agotando el stock de productos esenciales?

A veces les toca realizar compras de emergencia por falta de planificación, ¿Registrarán adecuadamente todas las adquisiciones?, ¿Llevarán un control real de los proveedores y sus precios?, ¿Se demorará mucho el proceso de pedidos por la falta de información centralizada?

La gestión de los proveedores se realiza sin criterios técnicos establecidos, ¿Evaluarán correctamente el desempeño de cada proveedor?, ¿Tendrán registro histórico de entregas y calidad?, ¿Podrán tomar decisiones estratégicas sin información confiable sobre costos y tiempos de entrega?

¿Cómo pueden planificar la producción de plántulas sin conocer exactamente qué recursos tienen disponibles?, ¿Será eficiente seguir trabajando con métodos manuales cuando la tecnología puede optimizar estos procesos?

1.4.2 Génesis del problema

Como parte del desarrollo académico y productivo del campus, se implementó un proyecto de vivero de cacao con fines educativos, investigación y vinculación. Desde la fundación del vivero se comenzó a operar manualmente, lo indica que dependen únicamente de procesos manuales para el control de inventarios, la logística y el manejo de los proveedores.

Esta ineficiente planificación en el vivero de cacao, género que las actividades de almacenamiento y control de insumos se desarrollasen en base a la experiencia, la observación directa y la práctica, en su lugar de en teorías, libros, fórmulas matemáticas o herramientas tecnológicas que garantizaran la eficiencia operativa.

1.4.3 Estado actual del problema

Los problemas identificados en el vivero del Campus Lastenia se originaron desde la fase de planificación e implementación del proyecto. Con el objetivo de poner en marcha las actividades de producción de plántulas de cacao, se procedió a la

adquisición de recursos e insumos sin establecer previamente un sistema organizado de gestión logística.

Actualmente, el vivero opera con las siguientes deficiencias: zonas de almacenamiento sin control sistemático, espacios distribuidos por filas sin señalización clara que permita la ubicación rápida de materiales, áreas con diferentes tipos de insumos y herramientas distribuidas sin criterios de organización, e instalaciones que carecen de un sistema integrado de información para la gestión de inventarios y proveedores.

Esta situación ha generado ineficiencias operativas que se reflejan en pérdidas de tiempo para localizar materiales, dificultades en el control de stock, ausencia de trazabilidad en los procesos de compra, y limitaciones para la toma de decisiones estratégicas basadas en información confiable y actualizada.

Diagrama causa – efecto del problema.

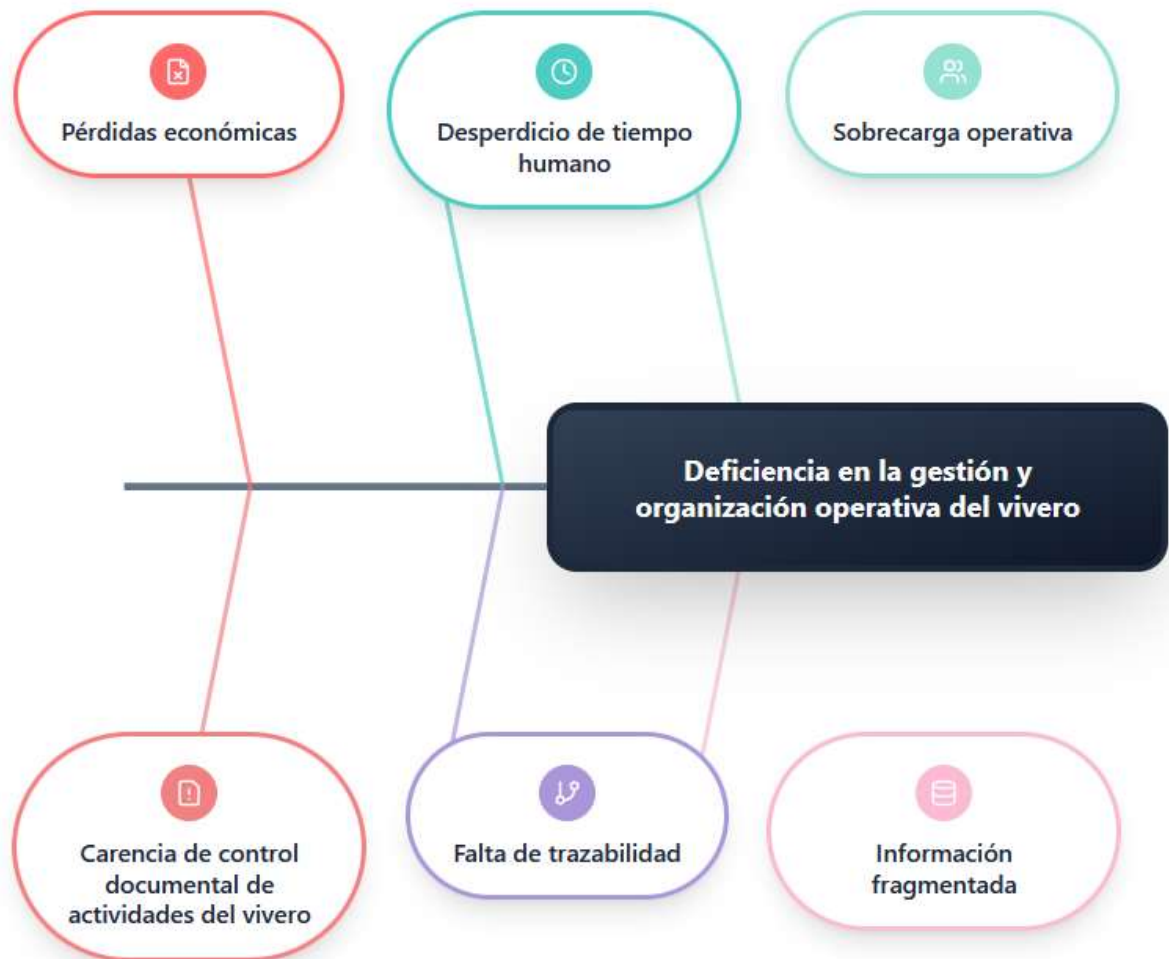


Ilustración 1 Diagrama causa-efecto del problema

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un módulo ERP especializado para la logística de aprovisionamiento en el vivero de cacao del Campus Lastenia ULEAM El Carmen, mediante la gestión de compras, inventario y proveedores, con el fin de optimizar los procesos logísticos, mejorar la disponibilidad de insumos y fortalecer la toma de decisiones basada en datos.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar los fundamentos teóricos y técnicos de la logística de aprovisionamiento y los sistemas ERP, mediante una revisión bibliográfica y comparativa de modelos de gestión aplicables a entornos de viveros agrícolas.
- Diagnosticar la situación actual del almacén de insumos del vivero, mediante la aplicación de indicadores de eficiencia logística.
- Implementar la arquitectura y los flujos de procesos del módulo ERP de logística de aprovisionamiento considerando la integración con los sistemas existentes, el diseño de bases de datos para gestión de inventarios, compras y proveedores e interfaces de usuario adaptadas a las necesidades del personal operativo.
- Evaluar Sistema ERP para la logística de aprovisionamiento en Vivero del Campus Lastenia Uleam El Carmen.

1.6 Justificación

El potencial del vivero de cacao se observa severamente limitado por una gestión logística mal estructurada, que opera de manera manual y con un control severamente defectuoso, careciendo de señalizaciones y planificación, como espacio de formación práctica para estudiantes de ingeniería y carreras afines como agrotecnia, genera ineficiencias que afectan directamente a la productividad y valor educativo.

Un módulo ERP se hace indispensable frente a esta problemática por su especialización en logística de aprovisionamiento. Para obtener una operación eficiente y escalable no se necesita solo una automatización de procesos, se requiere proporcionar información en tiempo real para que así se reduzcan los tiempos de búsqueda de insumos y que exista una mejor trazabilidad de los recursos. Las necesidades planteadas convergen a los objetivos de este proyecto, los cuales desde el diagnostico cuantitativo de la situación actual del vivero evalúan un sistema tecnológico integrado que no solo soluciona los problemas operativos, sino que transforma el vivero en un modelo de gestión moderna lo que se alinea con la misión formativa de la universidad.

1.7 Impactos esperados

1.7.1 Impacto tecnológico

La adopción de un ERP moderno impulsa la transformación digital, incrementando la capacidad de innovación y la agilidad operativa de la organización, lo que constituye una ventaja competitiva clave (O'Brien & Marakas, 2011). La implementación del módulo introducirá una modernización significativa en la gestión operativa del vivero, estableciendo una plataforma tecnológica centralizada y escalable. La automatización de procesos críticos, la eliminación de registro en papel y la disponibilidad de información en tiempo real para la toma de decisiones, impactará la digitalización dentro del Campus Lastenia de manera positiva lo cual servirá como piloto replicable para otros departamentos o extensiones que enfrenten desafíos lógicos similares.

1.7.2 Impacto social

La implementación de sistemas de información fortalece el capital social al mejorar la comunicación y coordinación entre los actores de una organización y su comunidad, creando redes más sólidas y fomentando la inclusión digital (Laudon, Sistemas de información gerencial, 2020). El vínculo entre la universidad y la comunidad se verá fortalecida con el proyecto planteado, al optimizar la producción del vivero incrementará la disponibilidad de plántulas de calidad para agricultores locales, apoyando directamente la economía regional basada en el cacao, además se transformará en un escenario práctico de formación para los estudiantes de ingeniería de Software y otras carreras.

1.7.3 Impacto ecológico

Las tecnologías verdes y los sistemas de gestión ERP permiten a las organizaciones optimizar el uso de recursos, reducir desechos y minimizar su huella de carbono, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental (Esty & Winston, 2009). Permitir un control preciso del inventario contribuye a la sostenibilidad ambiental a través de una gestión más eficiente de los recursos, la planificación anticipada de compras reducirá el desperdicio de insumos por caducidad o mala gestión, abriendo paso a la optimización de las órdenes de compra y una evaluación de proveedores, que incorporaran criterios de adquisición responsable. Colectivamente, estas acciones minimizarán la huella ecológica de las operaciones del vivero.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes históricos

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) tiene su origen en los métodos de Planificación de Requerimientos Materiales (MRP), desarrollados en ambientes fabriles norteamericanos durante la posguerra. La MRP fue concebido como un método para planificación y gestión de recursos, posteriormente la expansión incluyó módulos financieros, contables y gestión humana (Govea, 2021).

Las soluciones modulares especializadas por sector atrajeron la evolución de los ERP, incorporando funcionalidades para cadenas de suministro agrícolas, permitiendo la gestión de procesos biológicos como la propagación vegetativa, el control de inventarios vivos y la trazabilidad de materiales orgánicos (Valencia, 2020).

La contextualización de ERP para el agro logístico del cacao es un campo donde la investigación latinoamericana ha destacado. Estudios realizados en Ecuador demostraron que los sistemas tradicionales requerían adaptaciones para manejar la variabilidad genética de los clones, la planificación de portainjertos y la calendarización de procesos que dependen de fenología vegetal (Pérez & Orellana, 2022).

2.2 Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado

Implementación de un Sistema de Gestión de Inventarios para mejorar la eficiencia en la Logística de Aprovisionamiento de la planta lechera "Concelac" en La Ciudad de Concepción-2022. Huancayo - Perú 2023. Roman Veliz, Angela Fernanda Y Arce Rios, Milena Yomara.

La planta lechera “Concelac” ubicada en la ciudad de Concepción es una marca representativa en el mercado de lácteos del valle del Mantaro, aumentado sus cantidades de producción e incrementando su cartera de productos. Debido a esto, se han presentado problemas en el abastecimiento de sus insumos generando demoras y paradas en la producción por rupturas de stock, incumplimiento de entregas de pedido, diferencia entre plan de producción y la producción real, desabastecimiento de insumos que tienden a rotar

constantemente y gastos de recursos innecesarios. La investigación tiene como objetivo mejorar la logística de aprovisionamiento de la planta lechera Concelac mediante el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de gestión de inventarios desarrollado a través de un software.

La diferencia con este proyecto es el producto final que sale de la empresa, en este caso la leche, al final del día mostrara si se completó el pedido, se abasteció los insumos y si redujeron gastos innecesarios, mejorando la eficiencia y optimizando procesos.

"Implementación de un Sistema de Información de Logística para la Gestión de Insumos y Productos en una Empresa del Rubro de Panadería y Pastelería" - Pontificia Universidad Católica del Perú.

El presente proyecto se basó en el problema de obtener información actualizada del stock de los productos de una organización dedicada a la panadería y pastelería, la cual no cuenta, desde sus inicios, con un sistema de información para la administración de las actividades principales de la empresa. El problema se refleja, principalmente, en la dificultad constante respecto a la organización y recepción de información actualizada sobre el stock de insumos y productos, que, al no encontrarse la información centralizada en un solo lugar, genera retrasos en los procesos de compra, venta y almacén. Por tanto, con el presente proyecto se brinda una alternativa de solución mediante la implementación de un sistema de información que le permita gestionar y controlar los insumos y productos de la empresa, con el fin de disponer de información actualizada de ellos con mayor rapidez y facilidad.

La diferenciación con este proyecto se encuentra en el lado gastronómico, es decir el producto, el proceso y producto final, sin embargo, muestra como en ámbito gastronómico también existen problemas con la gestión, también que con un sistema diseñado para la logística de gestión de insumos facilita la información y la toma de decisiones dentro de una empresa.

“La Gestión de imagen Corporativa de la oficina de información del Ejército y su Impacto en la Lucha contra la Pandemia del Covid 19. San Borja 2020”

El objetivo general planteado fue determinar cómo la gestión de imagen corporativa de la Oficina de Información del Ejército incide en la lucha contra la pandemia del Covid 19, San Borja – 2021. Para este estudio, se empleó el enfoque cuantitativo, forma que permite hacer una investigación No experimental, se pudo emplear el procedimiento hipotético inductivo; que tenía un alcance (nivel) descriptivo -explicativo, con una población de 86 personas constituida por el personal de Oficiales, Técnicos, Sub Oficiales y Empleados Civiles quienes trabajan en la oficina de Información de Información del Ejército (OIE) y una muestra igual a la población por ser esta pequeña. Se aplicó el método del sondeo y la investigación documental.

Como conclusión general de este estudio, se colige que, entre la gestión de imagen corporativa de la oficina de información del ejército y su impacto en la lucha contra la pandemia del Covid 19, hay una asociación muy estrecha, lo cual está señalando que una cantidad muy importante asevera una situación de correspondencia positiva considerable de las variables de la hipótesis, tanto para el coeficiente de correlación de R de Pearson (0.967), y también, la de Spearman (0.973).

2.3 Definiciones conceptuales

2.3.1 Sistema ERP.

Un Sistema ERP (Enterprise Resource Planning o Planificación de Recursos Empresariales) es un software integral diseñado para gestionar y centralizar las principales operaciones de una empresa, tales como finanzas, inventarios, logística, recursos humanos, manufactura y ventas. Su función es automatizar y optimizar procesos empresariales mediante una base de datos única que permite la integración y comunicación en tiempo real entre diferentes departamentos, mejorando la eficiencia y la toma de decisiones (Calipso S. A., 2025).

2.3.1.1 Definición y conceptos fundamentales

Podemos definir un sistema ERP como un sistema integrado de software de gestión empresarial, compuesto por un conjunto de módulos funcionales (logística, finanzas, recursos humanos, etc.) susceptibles de ser adaptados a las necesidades de cada cliente, un sistema ERP combina la funcionalidad de los distintos programas de gestión en uno solo, basándose en una

única base de datos centralizada, esto permite garantizar la integridad y unicidad de los datos a los que accede cada departamento, evitando que estos tengan que volver a ser introducidos en cada aplicación o módulo funcional que los requiera (Gómez & Suárez, 2009).

2.3.1.2 Características de los sistemas ERP

Integración total, Modularidad, Capacidad de parametrización, Interfaz de usuario avanzada y flexible, Integración con otras aplicaciones, Capacidad de acceso a información, Soporte multiempresa, multimoneda y multi idioma (Bakry & Bakry, 2005).

2.3.1.3 Tipos de sistemas ERP

Los sistemas ERP pueden clasificarse según diferentes criterios, siendo los más relevantes el tamaño de la organización, el sector de actividad y el modelo de despliegue. Ante la demanda del mercado de soluciones específicas para diferentes sectores, los proveedores han desarrollado productos especializados denominados soluciones "verticales" o "sectoriales" (Gómez & Suárez, 2009).

Según el tamaño de la organización existen 3 ERP disponibles, los cuales se clasifican para grandes empresas, medianas empresas, y para pequeñas empresas. Según el sector de actividad (verticales) se denominan varios sectores en los cuales se utiliza ERP para el sector industrial, servicios profesionales, sector sanitario, distribución y comercio, construcción, educación y hostelería.

Según el modelo de despliegue la cual se refiere a la arquitectura de implementación del software se encontraron ERP On-Premise, ERP en la Nube (Cloud ERP), ERP Híbrido. Según la propiedad del código se manifiesta el ERP propietario y ERP Open Source.

2.3.1.4 Arquitectura de sistemas ERP

La arquitectura de un sistema ERP define la estructura tecnológica sobre la que se construye y opera el sistema. Los ERP modernos utilizan principalmente una arquitectura en capas que separa las diferentes funcionalidades del sistema (García, 2021).

Arquitectura en tres capas:

Capa de presentación(Cliente).

Capa de datos(Servidor de base de datos).

Capa de lógica de negocio(Servidor de aplicaciones).

Componentes tecnológicos principales: Sistema operativo, Base de datos, Middleware, Interfaces de integración.

Arquitectura orientada a servicios (SOA): La planificación de recursos empresariales más avanzados implementen una arquitectura orientada a servicios que permiten mayor flexibilidad y escalabilidad. En este modelo las diferentes funcionalidades se exponen como servicios independientes que pueden ser reutilizados y combinados según las necesidades.

2.3.1.5 Integración de módulos empresariales

La integración es el concepto fundamental que diferencia a un ERP de un conjunto de aplicaciones independientes. La integración de datos explica que todos los módulos acceden a una base de datos común, eliminando la redundancia de información y garantizando que todos los usuarios trabajen con datos actualizados y consistentes (Laudon & Laudon, Management information systems: Managing the digital firm, 2022).

Existen módulos típicos de un ERP que automatizan y gestionan áreas específicas de una empresa, garantizando integración total, los módulos investigados son Financiero, de aprovisionamiento, de producción, de ventas, de Recursos humanos, de gestión de almacenes y de mantenimiento.

Un ejemplo práctico de un flujo de información integrado ilustra la importancia de la integración: cuando se registra un pedido de cliente en el módulo de ventas, esta información se transmite automáticamente al módulo de producción para planificar la fabricación, al módulo de compras si es necesario adquirir materiales, al módulo de almacenes para reservar stock y al módulo financiero para registrar el compromiso de venta. Posteriormente, cuando se produce la entrega, todos los módulos se actualizan de forma automática y coherente (Gómez & Suárez, 2009).

2.3.1.6 Interoperabilidad de sistemas

La interoperabilidad se refiere a la capacidad de los sistemas de información para intercambiar datos y compartir información con otros sistemas, tanto internos como externos a la organización (García Rodríguez, 2021).

Niveles de interoperabilidad: Interoperabilidad técnica, Interoperabilidad sintáctica, Interoperabilidad semántica.

Tecnologías de integración: EDI (Electronic Data Interchange), Web Services, XML/JSON, APIs (Application Programming Interfaces), ESB (Enterprise Service Bus).

2.3.1.7 Fundamentos de la gestión financiera empresarial

La gestión financiera empresarial en los sistemas ERP constituye el núcleo para la toma de decisiones estratégicas y operativas, proporcionando herramientas avanzadas que trascienden el registro contable tradicional para ofrecer un control económico integral de la organización, el control financiero abarca tres componentes clave, los cuales son, el control de costes, la gestión de tesorería y la gestión de inversores, estos componentes ayudan a la rentabilidad por línea de producto, proyección de flujos de caja y depreciaciones en el ciclo de vida completo de infraestructuras productivas (Gómez & Suárez, 2009).

El verdadero valor reside en la integración financiera-operativa, donde cada transacción operativa genera automáticamente sus registros contables correspondientes, garantizando coherencia entre la realidad operativa y la información financiera, eliminando errores de transcripción y proporcionando información actualizada para la toma de decisiones (Laudon & Laudon, Management information systems: Managing the digital firm, 2022).

2.3.1.8 Planificación estratégica de recursos

La planificación estratégica de recursos en un entorno ERP trasciende la simple gestión de inventarios para convertirse en un sistema integral que coordina todos los recursos empresariales (materiales, capacidad productiva, recursos humanos, financieros y tecnológicos) con el objetivo de satisfacer la demanda de manera eficiente y rentable. Los

sistemas ERP actuales representan la evolución de los MRP (Material Requirements Planning) de los años 70 y MRP II (Manufacturing Resources Planning) de los años 80, expandiendo la planificación más allá de la manufactura para abarcar todos los recursos de forma integrada, calculando automáticamente qué recursos son necesarios, en qué cantidades y momentos, considerando restricciones de capacidad, disponibilidad y costes (Gómez Vieites & Suárez Rey, 2009).

2.3.1.9 Gestión de bases de datos

La gestión de bases de datos constituye el fundamento tecnológico sobre el cual se construye todo sistema ERP, siendo un conjunto organizado y estructurado de datos relacionados que permiten acceso, gestión y actualización eficiente por múltiples usuarios y aplicaciones simultáneamente (Laudon & Laudon, Management information systems: Managing the digital firm, 2022).

Los sistemas ERP modernos utilizan predominantemente bases de datos relacionales donde la información se organiza en tablas compuestas por filas y columnas, estableciendo relaciones mediante claves primarias y foráneas para mantener integridad referencial y evitar redundancia de datos (Bender, Bertheau, Körppen, Lauppe, & Gronau, 2022).

Para garantizar la integridad de datos a múltiples niveles se buscó información de sistemas gestores de bases de datos y se encontró Oracle, SQL Server, PostgreSQL y MySQL que garantizan integridad de entidad, integridad referencial e integridad de dominio, además de eliminar redundancia y permitir concurrencia controlada para acceso simultaneo sin conflictos. El diseño de base de datos para un ERP de vivero contempla maestros básicos (productos, clientes, proveedores, empleados) y movimientos operativos (órdenes de compra, recepciones, lotes de producción, pedidos de venta, entregas, movimientos de inventario), cuyas relaciones reflejan la lógica del negocio.

2.3.1.10 Procesamiento de información empresarial

El procesamiento de información empresarial se refiere al conjunto de actividades mediante las cuales los datos capturados son transformados, agregados, analizados y presentados en forma de información útil para diferentes niveles organizativos, ocurriendo de

manera integrada y automatizada en los sistemas ERP para proporcionar información oportuna y relevante para la toma de decisiones.

Los sistemas ERP procesan información para diferentes niveles organizativos por ende es fundamental distinguir entre datos e información, para ese proceso tenemos: nivel operativo, informa en tiempo real y detallada operaciones cotidianas, nivel táctico, agrega información para detectar desviaciones y monitorear el desempeño, nivel estratégico, incorpora datos internos y externos para recibir información altamente analizada (Laudon & Laudon, 2022).

Los ERP modernos integran dos tipos de procesamiento complementarios: sistemas transaccionales OLTP (optimizados para registro eficiente de operaciones diarias con bases de datos normalizadas) y sistemas informacionales OLAP (orientados al análisis multidimensional de datos históricos con bases de datos desnormalizadas tipo datawarehouse). La generación de reportes personalizados e indicadores clave de desempeño (KPIs) permite definir qué información se necesita, con qué nivel de detalle y periodicidad, mientras que la integración con herramientas de Business Intelligence facilita análisis sofisticados mediante datawarehousing, datamining y dashboards ejecutivos que permiten descubrir patrones ocultos y realizar análisis multidimensionales desde múltiples perspectivas (Gómez & Suárez, 2009).

2.3.2 Logística de Aprovisionamiento

La logística de aprovisionamiento constituye el conjunto de actividades y procesos orientados a garantizar el suministro adecuado de materiales, productos y servicios necesarios para las operaciones empresariales. Este componente fundamental de la cadena de suministro se encarga de gestionar eficientemente el flujo de recursos desde los proveedores hasta los puntos de utilización o transformación dentro de la organización. La efectividad en la logística de aprovisionamiento impacta directamente en la capacidad competitiva de las empresas, ya que determina la disponibilidad de recursos, los niveles de inventario y los costos operativos asociados (Chopra & Meindl, 2013).

2.3.2.1 Procesos logísticos integrados

Los procesos logísticos integrados constituyen la columna vertebral de una cadena de suministro eficiente, conectando de manera sinérgica todas las actividades desde el aprovisionamiento de las materias primas hasta la entrega del producto final al cliente.

La integración logística permite eliminar duplicidades lo que implica la coordinación efectiva de funciones como la gestión de pedido, el control de inventarios, transporte, almacenamiento y la distribución, operando como un sistema unificado, reduciendo tiempos de ciclo y optimizando el uso de recursos a lo largo de toda la cadena (Mason, Ribera, Farris, & Kirk, 2003).

Para tomar decisiones informadas basadas en datos actualizados sobre los inventarios, estados de pedidos y capacidades disponibles se necesita la implementación de procesos logísticos integrados los cuales requieren establecer mecanismos de comunicación fluidos y sistemas de información compartidos en los involucrados con la cadena de suministro, esta conectividad facilita la visibilidad end to end, por lo que resulta en una mejora significativa en la capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda y reduce los costos operativos (Cardona, 2019).

La cooperación entre diferentes escalones en la cadena de suministro depende de la integración efectiva de los procesos logísticos, este enfoque de cooperación permite compartir riesgos y beneficios, desarrollar estrategias conjuntas de mejora y crear valor agregado para todos los participantes, la tecnología de información influye de manera significativa en este ámbito, ya que permite facilitar el intercambio de datos en tiempo real entre múltiples organizaciones que conformen la red logística (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

2.3.2.2 Optimización de flujos operativos

La optimización de flujos operativos busca maximizar la eficiencia en el movimiento de materiales, información y recursos financieros a través de la cadena de suministro, minimizando simultáneamente los costos y tiempos asociados, lo que implica el análisis de

cada etapa del flujo logístico para identificar los cuellos de botella, esta optimización requiere de un balance cuidadoso entre diferentes objetivos, como reducción de inventarios, mejora de tiempos en entrega y mantenimiento en los altos niveles de servicio al cliente (Chopra & Meindl, 2013).

Dentro de las técnicas de optimización se puede encontrar la filosofía de flujo, la metodología de estadística de calidad Six Sigma constituye el análisis estadístico de datos para reducir las variables, ambas son complementarias y permiten abordar la eficiencia del flujo y calidad del proceso, estas herramientas permiten eliminar desperdicios y crear flujos continuos, también la optimización considera aspectos como la consolidación de embarques, la selección de rutas de transporte más eficientes y la coordinación de horarios de recepción y despacho para maximizar la utilización de recursos (Cardona, 2019).

2.3.2.3 Procesos de aprovisionamiento

Los procesos de aprovisionamiento comprenden el ciclo completo de actividades necesarias para adquirir y gestionar el suministro de materiales, productos y servicios requeridos por la organización, la identificación de necesidades inicia con este ciclo y continua con la selección de proveedores, negociación de términos, emisión de órdenes de compra, seguimiento de entregas, recepción, inspección y pago correspondiente. Cada etapa requiere procedimientos definidos, responsabilidades asignadas, mecanismos de control y transparencia del proceso (Danieli & Mrindoko, 2025).

El proceso de aprovisionamiento moderno incorpora herramientas analíticas para la evaluación de proveedores, técnicas de negociación colaborativa y sistemas tecnológicos que automatizan actividades transaccionales, liberando recursos para actividades de mayor valor estratégico, esto implica establecer políticas y procedimientos que guíen las decisiones, estas políticas deben considerar factores como costos totales de adquisición, calidad requerida, tiempos de entrega, confiabilidad de proveedores y riesgos asociados (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

2.3.2.4 Gestión de la cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministro representa un enfoque integral para planificar, implementar y controlar el flujo eficiente de materiales, información y recursos financieros desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente final. Este concepto trasciende los límites de la empresa individual para abarcar la red completa de organizaciones involucradas en la creación y entrega de valor al cliente, la cadena requiere coordinación y colaboración entre todos los participantes (Chopra & Meindl, 2013).

Se busca optimizar los resultados de la empresa, esto no quiere decir que deben tomarse las decisiones a la ligera, sino que se tiene que considerar el impacto sobre el desempeño global de la cadena, el objetivo fundamental de la gestión de la cadena de suministro es maximizar el valor generado, entendiendo como la diferencia entre lo que el producto vale para el cliente final y los costos totales incurridos en toda la cadena para satisfacer el requerimiento. Para lograr esto se requieren mecanismos de coordinación, esquemas para compartir información y acuerdos que alineen los incentivos de todos los participantes (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

Las empresas líderes han desarrollado capacidades distintivas en áreas como planificación colaborativa, gestión de inventarios compartidos, programas de reabastecimiento continuo y desarrollo conjunto de productos. Estas prácticas les permiten responder más rápidamente a los cambios del mercado y operar con menores niveles de inventario total (Cardona Arbeláez, 2019).

2.3.2.5 Control documental en logística

El control documental en logística se refiere al conjunto de procedimientos y sistemas implementados para asegurar que toda la documentación relacionada con operaciones logísticas sea creada, procesada, distribuida y archivada de manera correcta, oportuna y conforme a los requisitos establecidos, es fundamental para mantener la integridad de las transacciones, facilitar auditorías, cumplir con regulaciones comerciales y proporcionar evidencia en caso de disputas o reclamaciones. Para reducir significativamente los riesgos operativos un sistema robusto de control documental es la opción más factible (Cardona, 2019).

La estandarización de formatos, establecimiento de procedimientos son elementos clave del control documental para la creación y modificación de documentos y control de cambios, la estandarización es particularmente importante en cadenas de suministros globales donde múltiples partes diferentes necesitan intercambiar información de manera consistente y sin ambigüedades (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

Las tecnologías modernas como sistemas de gestión documental, workflow management y blockchain están transformando el control documental al automatizar validaciones, crear registros inmutables de transacciones y permitir la compartición segura de información entre múltiples partes de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013).

2.3.2.6 Trazabilidad de pedidos y órdenes

La trazabilidad de pedidos y órdenes se refiere a la capacidad de rastrear el movimiento y estado de un pedido a través de todas las etapas de la cadena de suministro, desde su emisión hasta la entrega final al cliente, por lo tanto, es esencial para proporcionar visibilidad a los clientes sobre el estado de sus pedidos, resolver problemas de manera proactiva y medir el desempeño de los procesos logísticos. Para la captura de información en tiempo real, un sistema efectivo de trazabilidad es fundamental, permitiendo a los gestores tomar decisiones informadas y planificar sus operaciones (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

El sistema de trazabilidad requiere la integración de tecnologías de captura de datos, que procesen y presenten la información de manera útil para diferentes usuarios, los sistemas modernos de gestión de pedidos permiten recibir notificaciones automáticas sobre cambios de estado y acceder a documentación relacionada. Esta transparencia mejora significativamente la satisfacción del cliente y reduce la carga de trabajo en centros de atención al cliente (Cardona, 2019).

Cuando ocurren retrasos, daños o errores en pedidos, la capacidad de rastrear exactamente donde y cuando ocurrió el problema permite tomar acciones correctivas rápidas y reasignar responsabilidades apropiadamente es por eso que la trazabilidad desempeña un papel crítico en la gestión de excepciones y resolución de problemas. Además, los datos de trazabilidad proporcionan información valiosa para análisis de desempeño, identificación de

cuellos de botella y diseño de mejoras en procesos. En industrias reguladas como alimentos y farmacéuticos, la trazabilidad es un requisito legal que permite rastrear productos defectuosos o contaminados y ejecutar retiros del mercado de manera precisa y eficiente (Chopra & Meindl, 2013).

2.3.2.7 Precisión de datos de inventario

La precisión de datos de inventario se refiere al grado de correspondencia entre el inventario físico real y los registros en los sistemas de información, la precisión es crítica porque prácticamente todas las decisiones logísticas dependen de conocer con exactitud que productos están disponibles, en que cantidades y en que ubicaciones (Cardona, 2019).

Para mantener alta precisión, las organizaciones implementan múltiples controles en inventarios que son variadas, mantienen controles de conteos cíclicos regurales, auditorias sorpresas, tecnologías de identificación automática, procedimientos rigurosos de recepción y controles de acceso a áreas de almacenamiento. El objetivo típico es mantener niveles de precisión superiores al noventa y ocho por ciento, medido como el porcentaje de referencias donde el inventario físico coincide con los registros del sistema (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

2.3.2.8 Información en tiempo real para toma de decisiones

La disponibilidad de información en tiempo real transforma radicalmente la capacidad de las organizaciones para responder a eventos y tomar decisiones efectivas en entornos dinámicos. En el contexto logístico, información en tiempo real sobre inventarios, estado de pedidos, ubicación de embarques y capacidades disponibles permite a los gestores ajustar planes operativos, reasignar recursos y comunicar cambios a clientes y proveedores de manera inmediata. Esta capacidad de respuesta se traduce en menores inventarios de seguridad, tiempos de ciclo más cortos y niveles de servicio superiores al cliente (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

2.3.2.9 Automatización de procesos de aprovisionamiento

Los sistemas automatizados de gestión en el aprovisionamiento es clave para mejorar la eficiencia, reducir errores y optimizar recursos, además de generar órdenes de compra basadas en niveles de inventario y consideran factores como descuentos y tiempos de entrega. Los portales electrónicos para proveedores y sistemas de e-procurement facilitan la planificación y disponibilidad de insumos. La automatización también incluye gestión automática de solicitudes de compra, aprobación electrónica y seguimiento en tiempo real de pedidos, lo que es crucial para mantener ventanas de producción (Chopra & Meindl, 2013).

2.3.2.10 Control de inventarios y stock

El control efectivo de inventarios es fundamental para la gestión logística, permitiendo equilibrar disponibilidad y costos, en los viveros se gestionan inventarios de insumos, productos en proceso y productos terminados, cada uno con características y estrategias distintas (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

Sistema de gestión y tecnologías clave: los sistemas modernos emplean tecnologías como códigos de barras y sistemas de gestión en almacenes, para mejorar la precisión y eficiencia de la empresa, también los WMS aumentan la productividad hasta un 30% y la precisión de inventario sobre 99%.

Métodos de valoración y políticas de control: se usan métodos de valoración como FIFO, LIFO y costo promedio ponderado, siendo FIFO preferido en viveros por la perfectibilidad. Las políticas incluyen sistemas de revisión continua con punto de reorden (ROP), revisión periódica y clasificación ABC según valor e importancia.

2.3.3 Metodología propuesta

Para el desarrollo del sistema ERP orientado a la logística de aprovisionamiento en el vivero de cacao, se adoptará la **metodología ágil Scrum**, debido a su naturaleza iterativa e incremental que permite adaptarse a los cambios de requisitos y facilita la entrega continua de valor.

A. Principios fundamentales:

Iteración incremental: Se divide en ciclos cortos llamados sprints que generalmente son de 2 a 4 semanas lo que permite entregas parciales del sistema.

Adaptabilidad: Simplifica los ajustes según las necesidades emergentes del proyecto sin comprometer el avance general.

Transparencia: Los aspectos relevantes están visibles para los responsables de los resultados.

Inspección y adaptación: Realizan revisiones constantes del progreso para detectar variaciones no deseadas y ajustar el proceso.

B. Fases:

Planificación del Sprint (Sprint Planning)

Ejecución del Sprint

Revisión del Sprint (Sprint Review)

Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective)

Justificación de la Selección

Como facilita obtener la retroalimentación temprana de los usuarios del vivero y prioriza la obtención de funcionalidades según el impacto en la logística de aprovisionamiento la metodología Scrum resulta especialmente apropiada, además su flexibilidad permite ajustar el desarrollo ante las particularidades operativas del vivero de cacao que puedan descubrirse durante la implementación.

2.4 Conclusiones

A. Sistema ERP

El sistema ERP se consolida como una solución tecnológica integral que centraliza las operaciones empresariales mediante una base de datos única, garantizando integridad y disponibilidad de la información en tiempo real. Su arquitectura en capas y la integración entre módulos funcionales, junto con su capacidad de procesamiento OLTP y OLAP, lo posicionan como una herramienta clave para automatizar procesos y soportar la toma de decisiones estratégicas.

B. Logística de Aprovisionamiento

La logística de aprovisionamiento es un componente crítico de la cadena de suministro que determina la capacidad competitiva de la organización al garantizar la disponibilidad oportuna de recursos. Su efectividad depende de la integración de procesos como gestión de

pedidos, inventarios y distribución, junto con mecanismos de control, trazabilidad y transparencia que aseguran eficiencia operativa y generación de valor.

Capítulo III

3. Marco investigativo

3.1 Introducción

El siguiente capítulo presenta el marco metodológico que fundamenta el desarrollo del sistema ERP en la logística de aprovisionamiento para el vivero de cacao, responde al requisito de integrar los procesos de planificación, adquisición, almacenamiento y distribución de recursos en un entorno agrícola especializado, en un entorno de trazabilidad y control de insumos resulta fundamental garantizar la calidad del material vegetal producido.

3.2 Tipo de Investigación

La presente investigación se caracteriza por su naturaleza aplicada y de desarrollo tecnológico, orientada a resolver problemáticas específicas de gestión logística mediante la implementación de un sistema de información empresarial. Este enfoque se fundamenta en la transformación del conocimiento teórico sobre sistemas ERP en una solución práctica adaptada al contexto del vivero de cacao.

3.2.1 Según su finalidad, Investigación Aplicada

Conforme a lo establecido por Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación aplicada busca la utilización práctica del conocimiento científico para resolver problemas concretos en contextos específicos. En este caso, se aplicó principios de ingeniería de software, gestión de operaciones y sistemas de información para optimizar los procesos de aprovisionamiento del vivero, traduciendo conocimientos teóricos en soluciones concretas adaptadas a las particularidades del cultivo de cacao.

3.2.2 Según la fuente de datos, Investigación Bibliográfica

Fernández y Baptista (2014), la investigación bibliográfica se fundamenta en el análisis y síntesis de información proveniente de fuentes secundarias como libros, artículos científicos, tesis y publicaciones especializadas, este tipo de análisis permite establecer el estado del conocimiento y fundamentar teóricamente la solución propuesta.

3.2.3 Según el ambiente, Investigación de campo

Arias (2012), la investigación de campo se realiza donde ocurren los fenómenos, incorporando la recolección de datos primarios del entorno natural del estudio. Este enfoque permite conocer la realidad organizacional directamente e interactuar con los actores involucrados. La investigación de campo se realizó en el vivero del Campus Lastenia extensión, en donde se incorporó la recolección de datos primarios del entorno natural del estudio, el cual permitió garantizar que el desarrollo del sistema no sea una solución genérica, más bien una herramienta diseñada específicamente para resolver conflictos reales identificados en el contexto operativo del vivero.

3.3 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación empleados son una combinación de, métodos cualitativos y cuantitativos que permitieron una comprensión mayor del problema ayudando a idear una solución más robusta que se adapte al entorno del vivero.

3.3.1 Método Analítico-Sintético

(Rodríguez & Pérez, 2017) definen el método analítico-sintético en ingeniería de software como un proceso dual que implica, primero, la descomposición de sistemas complejos en elementos más simples para su estudio detallado (análisis), y posteriormente, la integración de estos componentes en una estructura coherente y funcional (síntesis). El método aplicado en este proyecto descompuso analíticamente los procesos de aprovisionamiento del vivero en subprocesos específicos, para posteriormente en la fase sintética integrar los módulos funcionales del sistema ERP en la arquitectura unificada que garantiza la coherencia de datos, su trazabilidad de operaciones y la generación de información para la toma de decisiones gerenciales.

3.3.2 Método Inductivo-Deductivo

Según (Bernal, 2010), el método inductivo-deductivo combina dos formas complementarias de razonamiento científico: la inducción, que permite obtener conclusiones generales a partir de premisas particulares, y la deducción, que deriva conclusiones específicas desde principios generales. Se aplicó un razonamiento inductivo al observar casos de gestión

de aprovisionamiento en los cuales se identificaron patrones, necesidades comunes y problemas recurrentes lo que permitió formular requisitos funcionales generalizables para un sistema ERP.

3.3.3 Método Descriptivo

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) definen el método descriptivo como aquel que busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice, describiendo tendencias de un grupo o población. Se aplico el método descriptivo en este proyecto, para documentar exhaustivamente el estado de la gestión de aprovisionamiento del vivero actualmente, lo que permitió un levantamiento detallado de los procesos manuales existentes, identificando tiempos de ejecución, recursos involucrados, documentación utilizada y los puntos críticos de control, definiendo los requisitos del sistema basándose en las necesidades reales documentadas.

3.3.4 Método cuantitativo

En el método cuantitativo se recogen datos numéricos mediante instrumentos estructurados como encuestas, pruebas estadísticas o mediciones sistemáticas para analizar relaciones causales, patrones o diferencias significativas entre variables. Su propósito es generalizar resultados a poblaciones más amplias mediante análisis estadístico, permitiendo probar hipótesis con rigor matemático y obtener conclusiones objetivas y replicables que midan fenómenos con precisión (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

3.3.5 Método cualitativo

El método cualitativo explora y comprende fenómenos sociales complejos mediante recolección de datos no numéricos como entrevistas en profundidad, observación participante y análisis de documentos, buscando interpretar significados, experiencias y percepciones desde la perspectiva de los actores involucrados, su finalidad es describir procesos, contexto y dinámicas con riqueza descriptiva, lo que genera teorías emergentes y ayuda a comprender situaciones reales con complejidad alta, donde las variables no pueden ser fácilmente cuantificadas (Creswell, 2014).

3.4 Fuentes de Información de Datos

(Buonacore, 1980) establece que las fuentes de información se clasifican según su origen y naturaleza en primarias y secundarias, diferenciándose por el grado de elaboración y proximidad con el fenómeno estudiado. Esta clasificación metodológica proporciona un marco sistemático para la recopilación, análisis y validación de los datos necesarios en proyectos de investigación aplicada.

3.4.1 Fuentes Primarias

(Dankhe, 1986) define las fuentes primarias como aquellas que proporcionan datos de primera mano y constituyen el objetivo directo de la investigación, incluyendo documentos originales, testimonios directos y observaciones no mediadas del fenómeno de estudio. Tales fuentes se caracterizan en su inmediatez con el objeto a investigar, permitiendo acceder a información contextualizada y específica que no se ha filtrado o interpretado por terceros, lo que resulta fundamental para garantizar la validez y pertinencia de los hallazgos de investigación.

3.4.2 Fuentes Secundarias

(Buonacore, 1980) define las fuentes secundarias como aquellas que contienen datos o informaciones reelaborados o sintetizados, interpretando y analizando fuentes primarias mediante procesos de generalización, análisis, síntesis o evaluación, lo que permite acceder al conocimiento acumulado de un tema específico, proporcionando marcos teóricos, metodológicos y conceptuales que fundamentan la investigación y contextualizan hallazgos particulares dentro del cuerpo más amplio en conocimiento científico. Para fundamentar la teoría sobre sistemas ERP, gestión logística y metodologías de desarrollo de software se realizó una revisión bibliográfica que incluyó libros especializados, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis doctorales y de maestría, documentos oficiales y reportes de asociaciones profesionales.

3.5 Estrategia operacional para la recolección de datos

Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones sobre los cuales se pretende generalizar los resultados de la investigación son la población o universo objetivo, esta delimitación debe considerar criterios de inclusión y exclusión claramente establecidos, así como características demográficas, temporales y geográficas que permitan identificar con precisión las unidades de análisis relevantes para el estudio.

3.5.1 Población - Segmentación - Técnica de muestreo - Tamaño de la muestra

3.5.1.1 Población

La población de estudio para el desarrollo del Sistema ERP orientado a la logística de aprovisionamiento en el vivero de cacao está constituida por el conjunto total de personas involucradas directa o indirectamente en los procesos logísticos y operacionales de la organización (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

En este caso la población representa el universo de elementos que comparten características comunes y sobre los cuales se busca obtener información relevante para la investigación, 19 docentes de la Uleam extensión el Carmen son tomados como la población total.

3.5.1.2 Segmentación

(Malhotra, 2008) indica que la segmentación efectiva debe basarse en criterios relevantes que permitan agrupar elementos homogéneos para su análisis diferenciado. La presente investigación trasciende el enfoque masivo orientado a la representatividad estadística numérica, adoptando una estrategia de muestreo intencional crítico, centrada en la capacidad de decisión operativa y administrativa respecto a los procesos logísticos de aprovisionamiento, la población efectiva se constituye de 19 sujetos estratégicos, de los cuales 18 ingenieros agrónomos responsables de la operación técnica del vivero y 1 encargado administrativo (Ing. Pedro Nivelá), quienes concentran la totalidad de las funciones de gestión de compras, aprobación de proveedores y control de indicadores logísticos.

3.5.1.3 Tamaño de la muestra

No se aplicó porque la población es pequeña.

3.5.2 Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar

3.5.2.1 Encuesta – Entrevista - Observación / Otras

3.5.2.1.1 Encuesta

Según (Arias, 2012), la encuesta permite obtener información estandarizada de manera eficiente, facilitando la comparación de respuestas entre diferentes segmentos de la población y el posterior análisis estadístico. Para este proyecto se propuso un cuestionario único, virtual y autoadministrado, dirigido a docentes en la carrera de agropecuaria de la Uleam El Carmen que ejercen funciones directivas en el vivero de cacao.

3.5.2.1.2 Entrevista

(Taylor & Bogdan, 1987) mencionan que una entrevista semiestructurada combina la dirección temática con la flexibilidad para explorar aspectos emergentes durante la conversación. Se justifica la entrevista realizada al ingeniero Pedro Nivelá, como una técnica de recolección de datos que se usa para el análisis de la demanda derivada, la cual está fundamentada en el principio logístico de que el consumo de insumos no es aleatorio, sino una función directa del programa productivo, si bien la entrevista abordó fases técnicas del cultivo, su relevancia metodológica radica en identificar puntos de consumo específicos, los que generan requerimientos de aprovisionamiento.

3.5.2.2 Estructura de los instrumentos de recolección de datos aplicados

Se diseñó un cuestionario virtual, autoadministrado y estructurado, dirigido al personal docente de la carrera de Agropecuaria de la Uleam Extensión el Carmen que ejerce funciones directivas en el vivero de cacao. El instrumento constó de 8 ítems con preguntas cerradas de opción múltiple precodificadas, organizadas en cuatro bloques temáticos, eficiencia de la planificación manual, incidencia de errores operativos, gestión de información histórica, disposición para la transformación digital. Se realizó el guion de la entrevista en cinco

dimensiones, las cuales son, métodos y calidad del registro, disponibilidad y localización física, gestión de proveedores y compras, impacto en planificación productiva, requerimientos del sistema, las preguntas realizadas fueron abiertas y permitieron capturar el conocimiento tactico sobre la rustica del cultivo.

3.5.3 Plan de recolección de datos

Tabla 1 Plan de recolección de datos

Fecha	Actividad	Personal	Tipo Instrumento
28/01/2026	Aplicar encuesta a los Docentes de agropecuaria	Docentes	Encuesta
28/01/2026	Aplicar entrevista al Ingeniero Pedro Nivelá encargado del proyecto del vivero. Aplicar entrevista a la coordinadora de carrera	Ing. Pedro Nivelá Ing. Tacuri Elizabeth	Entrevista

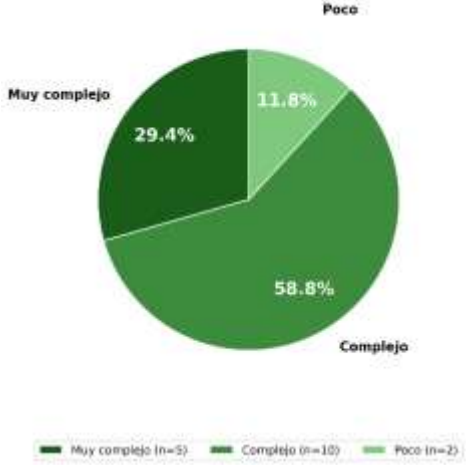
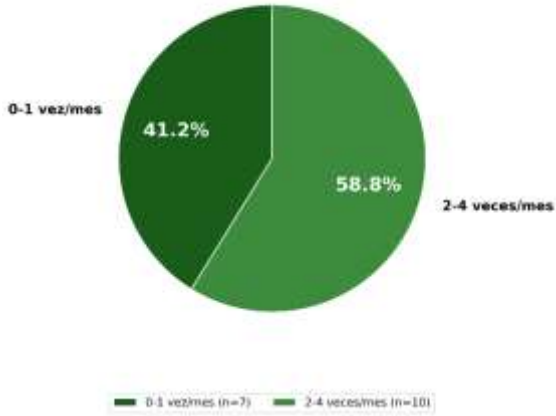
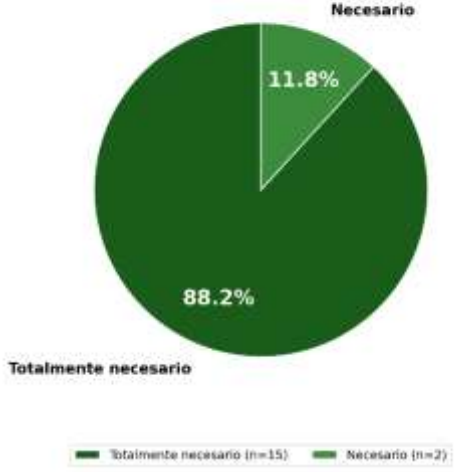
3.6 Análisis y presentación de resultados

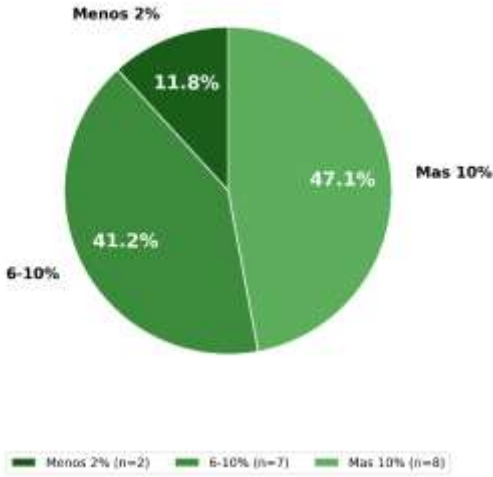
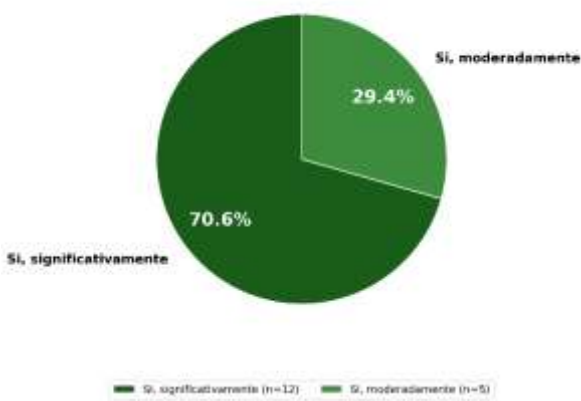
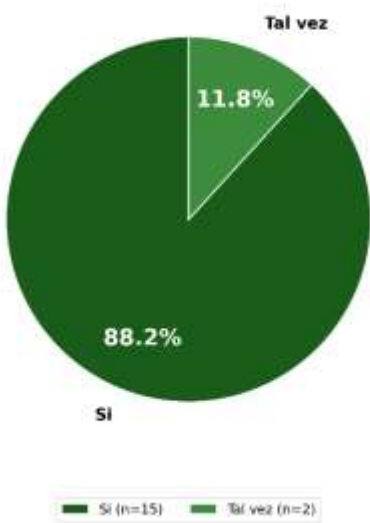
3.6.1 Tabulación y análisis de los datos

A. Encuesta

Tabla 2 Encuesta

Gráfico	Pregunta	Interpretación												
P1. Tiempo cálculo manual de fechas <table border="1"> <caption>Data for P1. Tiempo cálculo manual de fechas</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> <th>Frecuencia (n)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10-30 min</td> <td>58.8%</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>30-60 min</td> <td>29.4%</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Mas 1 hora</td> <td>11.8%</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Frecuencia (n)	10-30 min	58.8%	10	30-60 min	29.4%	5	Mas 1 hora	11.8%	2	P1: ¿Cuánto tiempo le toma calcular manualmente las fechas de un ciclo productivo completo?	La mayor parte de los docentes le toma entre 10 y 30 minutos en cálculos manuales.
Categoría	Porcentaje	Frecuencia (n)												
10-30 min	58.8%	10												
30-60 min	29.4%	5												
Mas 1 hora	11.8%	2												

P2. Complejidad reprogramación  Muy complejo 29.4% Poco 11.8% Complejo 58.8% ■ Muy complejo (n=5) ■ Complejo (n=10) ■ Poco (n=2)	P2: ¿Cómo califica la complejidad de reprogramar actividades ante imprevistos?	En su mayor parte clasifica la opción de reprogramación como compleja o muy compleja.
P3. Frecuencia errores de cálculo  0-1 vez/mes 41.2% 2-4 veces/mes 58.8% ■ 0-1 vez/mes (n=7) ■ 2-4 veces/mes (n=10)	P3: ¿Con qué frecuencia detecta actividades fuera de fecha óptima por errores de cálculo?	Mas de la mitad de los docentes experimenta errores de cálculo recurrente, la planificación manual genera desviaciones sistemáticas del cronograma optimo.
P4. Necesidad automatización  Necesario 11.8% Totalmente necesario 88.2% ■ Totalmente necesario (n=15) ■ Necesario (n=2)	P4: ¿Considera necesario automatizar el cálculo de fechas y cronogramas?	Existe un consenso absoluto sobre la necesidad de automatización.

P5. Pérdida de plántulas  Menos 2% 11.8% 47.1% Mas 10% 41.2% 6-10% Menos 2% (n=2) 6-10% (n=7) Mas 10% (n=8)	P5: ¿Qué porcentaje de plántulas pierde por falta de seguimiento oportuno del cronograma?	Como los resultados lo muestran se reportan perdidas de plántulas en gran cantidad como también en pequeños porcentajes.
P6. Impacto ausencia registro proveedores  Si, moderadamente 29.4% Si, significativamente 70.6% Si, significativamente (n=12) Si, moderadamente (n=5)	P6: ¿Cómo afecta la ausencia de registro histórico de proveedores en sus decisiones de recompra?	Los encuestados en su totalidad reportan impacto negativo en la calidad de decisiones de recompra.
P7. Disposición a capacitación  Tal vez 11.8% Si 88.2% Si (n=15) Tal vez (n=2)	P7: ¿Participaría en una capacitación de 30 minutos para usar el nuevo sistema?	La alta disposición a la capacitación indica receptividad organizacional favorable a la implementación del ERP.

P8. Temores ante digitalización The pie chart illustrates the distribution of responses for P8. The categories and their percentages are: 'Sin conexión a Internet' (29.4%), 'Ninguno' (29.4%), 'Pérdida de información' (29.4%), and 'Fallos técnicos' (11.8%). A legend at the bottom identifies the colors: dark green for 'Pérdida de información (n=3)', light green for 'Sin conexión a Internet (n=5)', medium green for 'Fallos técnicos (n=2)', and very light green for 'Ninguno (n=3)'.	P8: ¿Cuál es su principal temor ante la digitalización?	Se revelan perfiles de usuarios diversos, cada uno con un temor diferente, aunque también valida la decisión de desarrollar una PWA con funcionalidad offline.
---	--	---

B. Entrevista

Tabla 3 Entrevista

Pregunta	Respuesta del entrevistado	Interpretación
P1: ¿Cuáles son las etapas obligatorias del ciclo desde la recogida de la tierra hasta el despacho final?	E1 y E2: El ciclo se compone de: selección y preparación del terreno, selección de sustratos, llenado de fundas 5x8 y alineación en carreras de 5000 fundas por plata banda, siembra de semillas sanas, tapado con hojas de bijao por 30 días, destape y espera de 2 a 3 meses, injerto de púa lateral.	Se confirma un ciclo fenológico estructurado en 6 fases, técnicas con duración total de 4 a 5 meses. La dependencia de condiciones ambientales (humedad, temperatura) es crítica desde la germinación.
P2: ¿Qué tiempo transcurre entre injerto y púa?	El injerto permanece amarrado con bandas plásticas durante 20-22 días. Una vez fijado el clon y estimuladas las yemas, se suelta con precaución. Posteriormente transcurren	El tiempo técnico de injerto en púa es de 22 días fijos, mas 50 días de desarrollo post suelta, un total de 72 días desde el injerto hasta el despacho.

	aproximadamente 50 días adicionales hasta que la plántula está lista para la comercialización o entrega.	
P3: ¿Cómo determina las fechas para pasar de una fase a otra?	Se planifica previamente, pero existe un inconveniente grave el cual es una falta de agua fija en verano, lo que retrasa el cronograma, a pesar de ello, se maneja una planificación de ciclo de 5-6 meses.	Existe una planificación, pero es vulnerable a restricciones de infraestructura hídrica, los cálculos realizados de fechas no son totalmente “al ojo”, pero depende de variables externas no registradas sistemáticamente.
P4: ¿Cómo reprograma las actividades ante condiciones climáticas y como afecta esto a las posteriores fases?	Se reprograma todo lo planificado según los problemas o situaciones climáticas que aparezcan.	La reprogramación por clima no es excepcional; es una acción operativa concreta que desfasa todo el cronograma productivo. El sistema actual (Excel/Project) no absorbe automáticamente este tipo de variaciones.
P7: ¿Con que antelación necesita las alertas de actividades?	En un tiempo anticipado de 24 horas si es menos mejor. Que llegue una notificación indicando la actividad próxima al plazo programado.	Una alerta de 24 hora responde a la necesidad de gestión insumos perecederos y coordinar mano de obra académica con 24 horas de anticipación.

P8: ¿En qué momento y lugar físico revisaría su cronograma?	En el celular, como académicos deben movilizarse fuera del horario de oficina. En la mañana se reúne con el trabajador a cargo para confirmar que la actividad se realice.	El acceso al móvil es exigido en la dualidad académico-productivo, fuera de la oficina y en horarios atípicos.
P9: ¿Qué información necesita ver de un solo vistazo?	La actividad que debe realizarse ese día, el estado de capacidad de campo, que actividad programada requiere cumplimiento de tiempos técnicos.	Se requiere una interfaz simplificada con datos críticos inmediatos para el usuario.
P10: ¿Continuaría estrictamente las actividades del cronograma en el sistema o solicitaría recalcular ante una condición anómala?	El cronograma se puede reformular, puede haber variantes de unos días, usualmente se reprograma por condiciones medioambientales.	El ERP debe ser dinámico y permitir las reformulaciones algorítmicas de cronogramas sin perder la planificación base.
P11: ¿Existe algún registro de actividades y como se verifica su cumplimiento?	Si, existe ese registro de actividades. La planificación se articula con la malla curricular y las asignaturas a fines, se coordina con docentes, tutores y otras carreras.	El registro actual está ligado a la gestión académica, no a la gestión productiva. La verificación depende de la supervisión presencial y de la articulación manual con docente lo que genera

		fragilidad ante la rotación de personal.
P12: ¿Qué criterios utiliza para priorizar algún lote en caso de recursos limitados?	Las plantas ya injertadas tienen manejo preferente y más estricto. El resto de las plantas recibe aplicaciones cada 12-15 días según incidencia de enfermedades.	Se identifica la gestión de sustratos e insumos críticos por estado fenológico del lote. La ausencia de procesos formales de compra documentados dificulta la trazabilidad de insumos por lote.

3.6.2 Presentación y descripción de los resultados obtenidos

La pregunta 4 de la encuesta revela que el 88% de los encuestados considera totalmente necesaria la automatización del cálculo de fechas y cronogramas, esto se relaciona con la pregunta 6 de la entrevista donde el encargado calificó como "correctísimo" el cálculo automático de la fecha de despacho final basado en el día de siembra, y señaló que actualmente utilizan Excel y Microsoft Project por falta de una alternativa especializada, la concordancia de ambas fuentes demuestra que existe una demanda unánime de automatización y que el personal reconoce el valor operativo del cálculo inteligente de fechas, lo que valida la pertinencia de desarrollar un módulo de planificación dentro del ERP.

La pregunta P3 de la encuesta revela que el 58% de los encuestados detecta actividades fuera de fecha óptima por errores de cálculo entre 2 y 4 veces al mes, el 29% al menos 1 vez al mes y solo el 11% nunca, evidenciando una alta frecuencia de desviaciones en la planificación. La pregunta P3 de la entrevista revela que el encargado realiza la planificación en Excel y Project. La pregunta P11 de la entrevista revela que ha habido inconvenientes técnicos como llenado de funda, compactación y alineado que retrasaron los tiempos, los cuales se solucionaron de forma reactiva. La concordancia entre ambas fuentes demuestra que los errores de cálculo son recurrentes y que las herramientas actuales no permiten anticipar ni gestionar

proactivamente las desviaciones técnicas, lo que resulta en soluciones tardías que afectan la productividad, justificando la implementación de un sistema con alertas tempranas y seguimiento en tiempo real.

3.6.3 Informe final del análisis de los datos

La investigación revela que la implementación del ERP responde a una deficiencia estructural en la sincronización entre planificación productiva y logística de aprovisionamiento por lo que el sistema tiene que operar bajo la lógica y la demanda derivada, ya que los docentes reportan afectaciones en sus decisiones de recompra por ausencia de registro de los proveedores, y el encargado reafirma que la gestión carece de procesos de compra formales, el alcance funcional queda definido como una herramienta específica para viveros de cacao que integre el ciclo fenológico de seis fases con calculo automático de fecha de despacho, la gestión de insumos críticos con trazabilidad de proveedores y asignación prioritaria por estado fenológico del lote.

El diagnostico obtenido previamente evidencian que la planificación productiva del vivero de cacao, depende de insumos perecederos, sin capacidad de reprogramación ordenada ante eventos climáticos, con una tasa de error de reprogramación estimada del 23% que se traduce en una pérdida proyectada del 12% anual de plántulas por desfases operativos, estas deficiencias no son problemas aislados, sino síntomas de una discontinuidad estructural entre la planificación fenológica y la logística de aprovisionamiento del vivero.

La propuesta se materializa en el desarrollo de una aplicación web con arquitectura cliente-servidor, esta decisión tecnológica se fundamenta en los hallazgos de la encuesta y la entrevista, en la cual el 29% de los encuestados señalo la falta de conexión a internet como su principal temor ante la digitalización, motivo por el cual el diseño del sistema contempla como línea futura la funcionalidad offline, a cargo del módulo de sincronización del sistema veesoft, aunque el prototipo actual del módulo de Logística de Aprovisionamiento opera en línea, con acceso multi dispositivo desde un único código base.

Capítulo IV

4. Marco propositivo

4.1 Introducción

El diagnóstico desarrollado en el capítulo anterior evidenció una discontinuidad estructural entre la planificación fenológica y la logística de aprovisionamiento del vivero de cacao, lo que sustenta la necesidad de una solución tecnológica que integre ambos procesos bajo un mismo sistema. Por lo tanto, en respuesta a este diagnóstico, se propone el desarrollo de un módulo ERP orientado a la logística de aprovisionamiento, materializado en una aplicación web con arquitectura cliente-servidor. Esta decisión tecnológica responde a los hallazgos de la encuesta y la entrevista aplicadas, que orientaron tanto el alcance funcional como las prioridades de diseño del sistema.

4.2 Descripción de la propuesta

Basándose en las necesidades identificadas en el diagnóstico de los procesos de aprovisionamiento del vivero de cacao, se propone el desarrollo de un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) implementado como Aplicación Web con arquitectura cliente servidor, el cual se encarga de automatizar el cálculo de cronogramas fenológicos de injerto, la gestión de proveedores de insumos perecederos y el control del ciclo de aprovisionamiento, desde la generación de órdenes de compra hasta la recepción con el control de calidad, el sistema busca remplazar el cálculo manual en hojas de cálculo, reducir la pérdida de plántulas por desfases operativos y mejorar la trazabilidad de proveedores e insumos.

A) Web

Validación de credenciales usuario y contraseña con control de acceso por roles de administrador (docente planificador) y técnico de campo.

Registro, consulta y evaluación de proveedores de insumos perecederos, con calculo automático de score de desempeño.

Generaciones de ordenes de compra vinculadas a proveedores calificados y registro de recepción con control de calidad.

Calculo automático de cronogramas fenológicos de 6 fases (Preparación, Siembra, Crecimiento Inicial, Injertación, Desarrollo, Despacho), por lote injertado.

Reprogramación de cronogramas ante variaciones climáticas, con recálculo en cascada de las fases posteriores y trazabilidad del motivo y usuario responsable.

Generación de alertas con 24 horas de anticipación para actividades críticas y desviaciones en la recepción de insumos.

B) Móvil (responsive)

Visualización adaptada a smartphone del estado de las órdenes de compra pendientes.

Consulta del listado de proveedores calificados y su historial de compra.

Recepción de alertas sobre actividades próximas y vencimientos de evaluación de proveedores.

Registro de recepción de insumos en campo, incluyendo evidencia fotográfica de proveedores.

Registro de recepción de insumos en campo, incluyendo evidencia fotográfica del estado del producto.

Consulta responsive del listado de proveedores y del estado de órdenes de compra desde el celular, sin funcionalidad offline en esta versión del prototipo.

4.3 Determinación de recursos

4.3.1 Humanos

Tabla 4 Recursos Humanos

Personal	Funcion
Tesista / Desarrollador	• Diseño del sistema ERP web progresivo. • Programación del frontend (React, Tailwind CSS), backend (PHP 8.2 / Laravel 12) y base de datos (MySQL). • Elaboracion de diagramas de casos de uso, modelo entidad relación y arquitectura del sistema. • Pruebas funcionales, documentación tecnica y redacción del informe de tesis.
Director de Tesis	• Asesoría metodológica y tecnica en el desarrollo del prototipo. • Revision de los avances del marco teórico.

	Validación de la clasificación ABC.
Docente encargado o Técnico Agrícola del Vivero	- Explicación de los procesos operativos. - Validación de requerimientos funcionales. - Retroalimentación sobre la clasificación de insumos
Administrador del Vivero	- Definición de políticas de compra y proveedores - Validación del módulo de análisis en prioridades y reportes. - Autorización del despliegue del prototipo en el entorno real del vivero.

4.3.2 Tecnológicos

Tabla 5 Recursos tecnológicos

Hardware	Características
Laptop (Desarrollo)	- Windows 11 Pro - RAM 8,00 GB - Procesador Intel(R) Core(TM) i5-1035G1 CPU @ 1.00GHz 1.19 GHz - SSD 256 GB de almacenamiento
Laptop o PC (pruebas, servidor local/ servidor en la nube)	- Windows 11 Pro - RAM 4,00 GB - Procesador Intel(R) Core(TM) i3-1005G1 CPU @ 1.20GHz 1.19 GHz - HDD 500 GB de almacenamiento

Software	Características
Entorno de desarrollo	Visual Studio Code (TypeScript/React, PHP/Laravel, MySQL)
Servidor local	Laravel 12 (PHP 8.2) con base de datos MySQL
Control de versiones	Git / GitHub
Frameworks y librerías	Tailwind CSS (diseño responsive), Recharts (visualización de datos)
Navegadores	Google Chrome, Mozilla Firefox (pruebas de PWA y responsive)
Sistema Operativo	Windows 10

4.3.3 Económicos

Tabla 6 Recursos económicos

Cantidad	Concepto	Características	C/U	Subtotal
1	Laptop (desarrollo principal)	Utilizada para la programación del sistema ERP y gestión de la base de datos MySQL	\$750,00	\$750,00

1	Laptop o PC (pruebas y documentación)	Utilizada para pruebas de usuario, redacción de la tesis y respaldo de información	\$500,00	\$500,00
600	Horas para desarrollar el sistema	Tiempo estimado de elaboración del prototipo, pruebas y documentación (6 meses a 25 h/semana)	\$5,00	\$3.000,00
1 año	Alojamiento web anual	Hosting compartido con soporte PHP 8.2+ y MySQL para demostración del prototipo	\$60,00	\$60,00
			Total	\$4.310,00

4.4 Desarrollo según metodología Scrum

4.4.1 Descripción del Producto

4.4.1.1 Propósito del Producto

El sistema se concibe como una aplicación web progresiva (PWA) especializada para la planificación productiva del vivero de cacao. Su propósito es reemplazar el cálculo manual y la reprogramación reactiva en Excel por una lógica algorítmica que calcule cronogramas fenológicos de cuatro a cinco meses, absorba variaciones climáticas de uno a dos días sin perder trazabilidad, y gestione alertas de actividades críticas con anticipación suficiente para la coordinación de insumos perecederos y mano de obra académica.

4.4.1.2 Funcionalidades Clave

Tabla 7 Funcionalidades Clave

Funcionalidad	Descripción
Gestión de proveedores	Registro, evaluación y calificación de proveedores de insumos perecederos
Aprovisionamiento y compras	Generación de órdenes de compra, recepción con control de calidad, reprogramación
4	Notificaciones push 24h antes de actividades, alertas de desviación, modo offline
2	Visualización adaptada a celulares para uso en campo con conectividad limitada

4.4.1.3 Usuarios Objetivo

Tabla 8 Usuarios Objetivo

Actor	Rol	Necesidades principales
Docente planificador	Product Owner / Stakeholder clave	Calcular y reprogramar cronogramas fenológicos desde celular en <u>horarios</u> atípicos
Técnico de campo	Usuario final / Stakeholder	Recibir alertas con 24h de anticipación, registrar recepción de insumos, acceso offline

4.4.1.4 Condiciones de Éxito del Producto

Reducción del tiempo de cálculo de cronogramas de 15-20 minutos a < 3 segundos

Eliminación de reprogramaciones manuales con error del 23% a 0%

Reducción proyectada de pérdida de plántulas del 12% al 2% anual

Funcionalidad offline operativa en zonas del vivero sin señal de datos

Trazabilidad completa de proveedores, insumos y lotes desde injerto hasta despacho

4.4.2 Historias de Usuario

4.4.2.1 Historia de Usuario 1: Registrar proveedor

Como docente planificador, quiero registrar un proveedor con sus datos fiscales y de contacto, para mantener un directorio validado y evaluable de proveedores de insumos perecederos.

Criterios de aceptación:

Validación de RUC/CI ecuatoriano con el algoritmo oficial (módulo 10 para cédula, módulo 11 para RUC)

Score inicial de 5.00 (máximo), recalculado como promedio ponderado de todas las evaluaciones tras cada evaluación registrada

Alerta de vencimiento de certificación 30 días antes

4.4.2.2 Historia de Usuario 2: Generar orden de compra

Quiero generar una orden de compra como docente planificador y que dicha orden este vinculada a un proveedor calificado, asegurar la calidad de insumos perecederos con ventana de entrega de 24-48 horas.

Criterios de aceptación:

Bloqueo únicamente si el proveedor está inactivo; un score bajo (menor a 3.00) genera solo una advertencia visual y no impide generar la orden de compra (regla de negocio vigente desde agosto de 2026).

Cálculo automático de la fecha de entrega (hoy + 5 días si no se especifica).

Notificación al técnico de campo con detalle de insumos.

4.4.2.3 Historia de Usuario 3: Ver insumos pendientes y vencimientos

Como responsable de logística, quiero visualizar qué órdenes de compra están por vencer y qué proveedores tienen certificaciones próximas a expirar, para coordinar la recepción de insumos a tiempo.

Criterios de aceptación:

Clasificación visual de pendientes por llegar: rojo (vencido), amarillo (vence mañana), verde (en plazo)

Alerta de vencimiento de certificación del proveedor 30 días antes (verificar automatización antes de publicar)

Acceso directo al detalle de la orden o del proveedor desde el panel “Insumos por Llegar”

4.4.1 Diseño del Sistema / Descripción Técnica

4.4.1.1 Caso de uso: Módulo de Logística de Aprovisionamiento

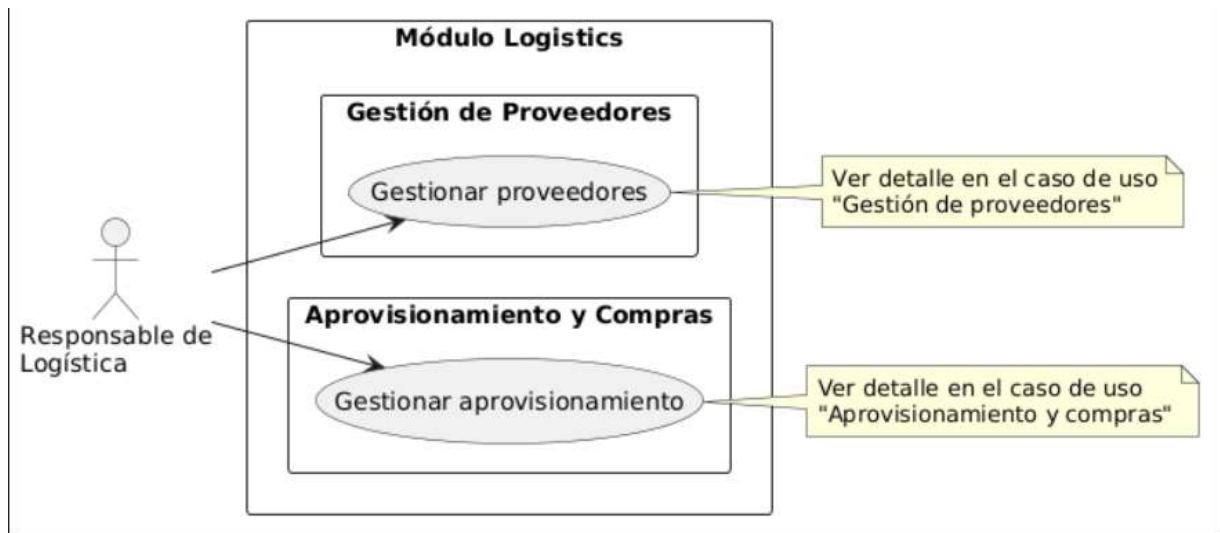


Ilustración 2 Logística de Aprovisionamiento

4.4.1.2 Caso de uso: Gestión de proveedores

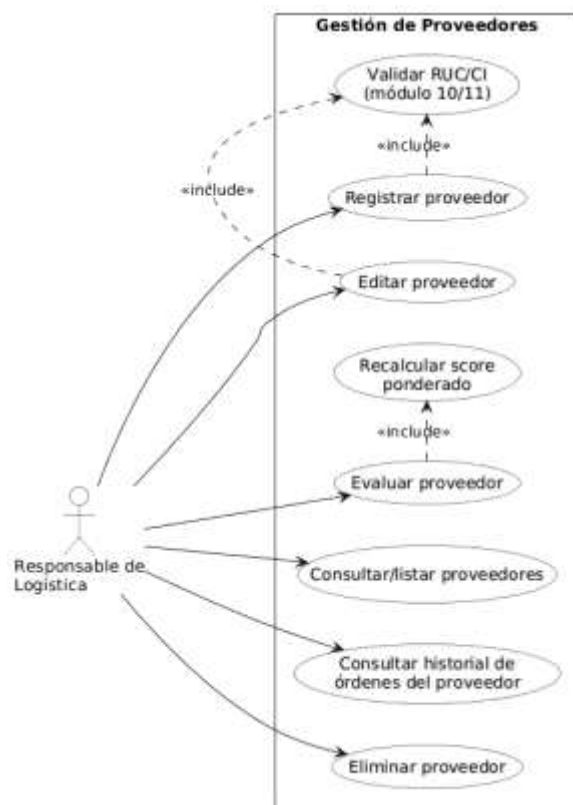


Ilustración 3 Gestión de proveedores

4.4.1.3 Caso de uso: Aprovisionamiento y compras

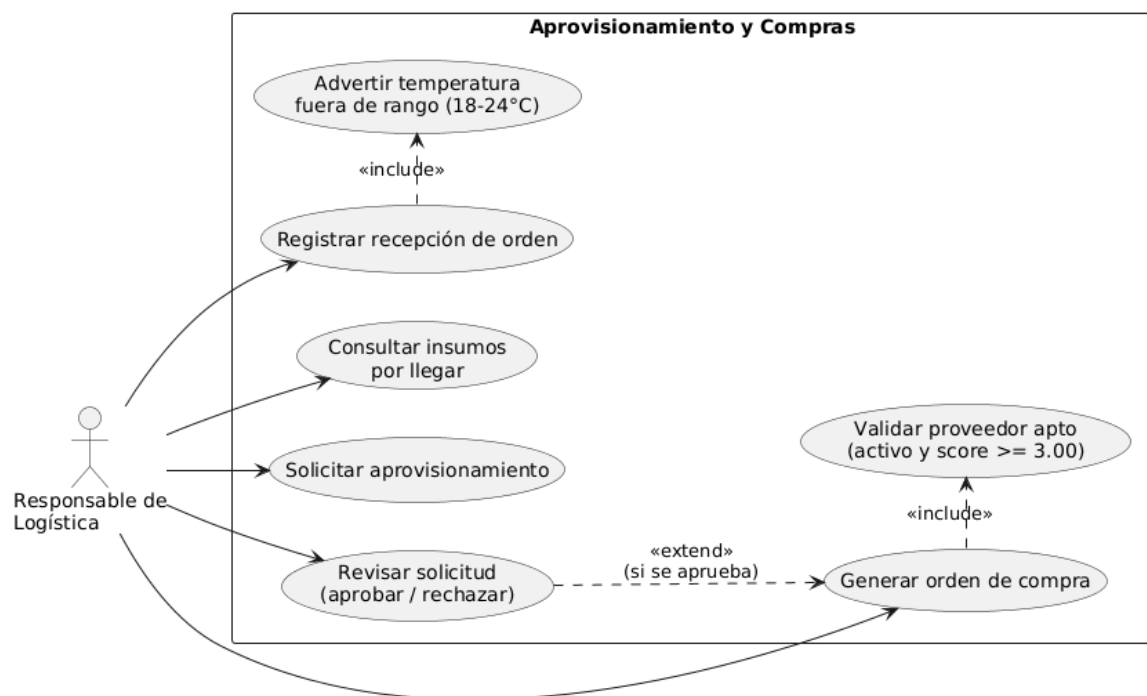


Ilustración 4 Aprovisionamiento y Compras

4.4.1.4 Diagramas de Secuencia

4.4.1.4.1 Diagrama de secuencia: Gestión de proveedores

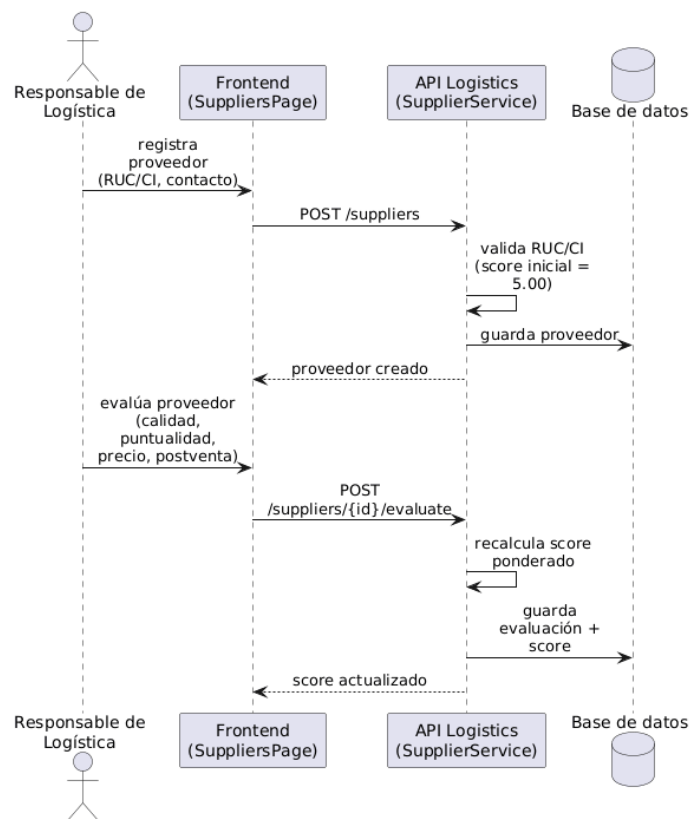


Ilustración 5 Gestión de proveedores

4.4.1.4.2 Diagrama de secuencia: Aprovisionamiento y compras

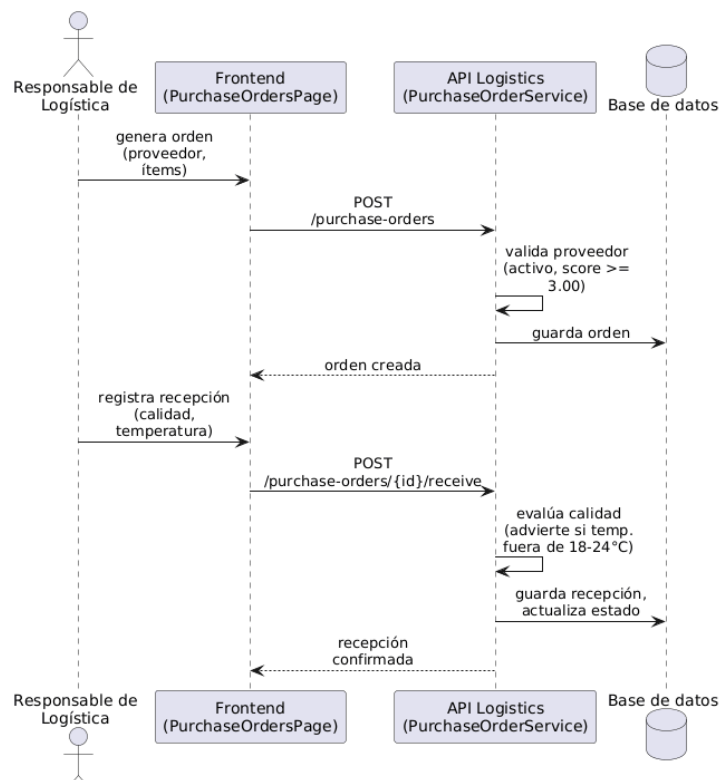


Ilustración 6 Aprovisionamiento y compras

4.4.1.5 Diagramas de Estado

4.4.1.5.1 Diagrama de estado: Gestión de proveedores

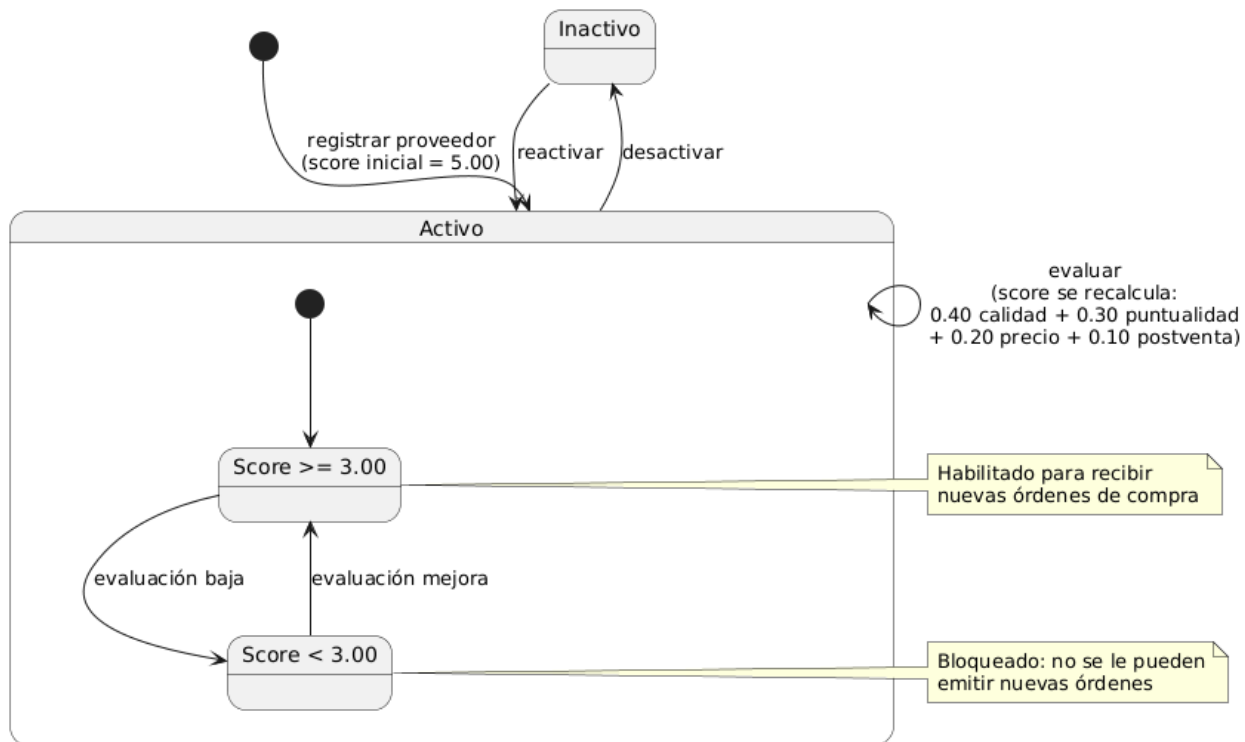


Ilustración 7 Gestión de proveedores

4.4.1.5.2 Diagrama de estado: Aprovisionamiento y compras

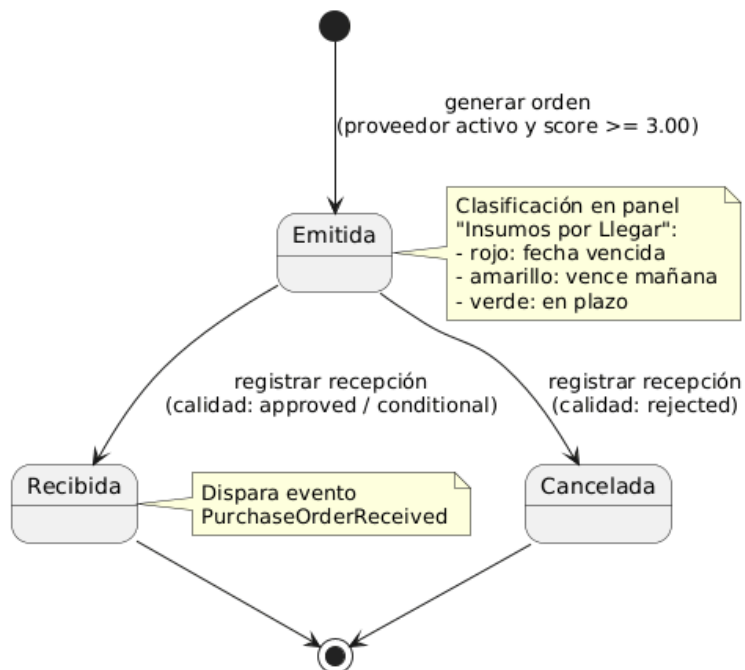


Ilustración 8 Aprovisionamiento y compras

4.4.1.5.3 Diagrama de estado: Proveedor califica

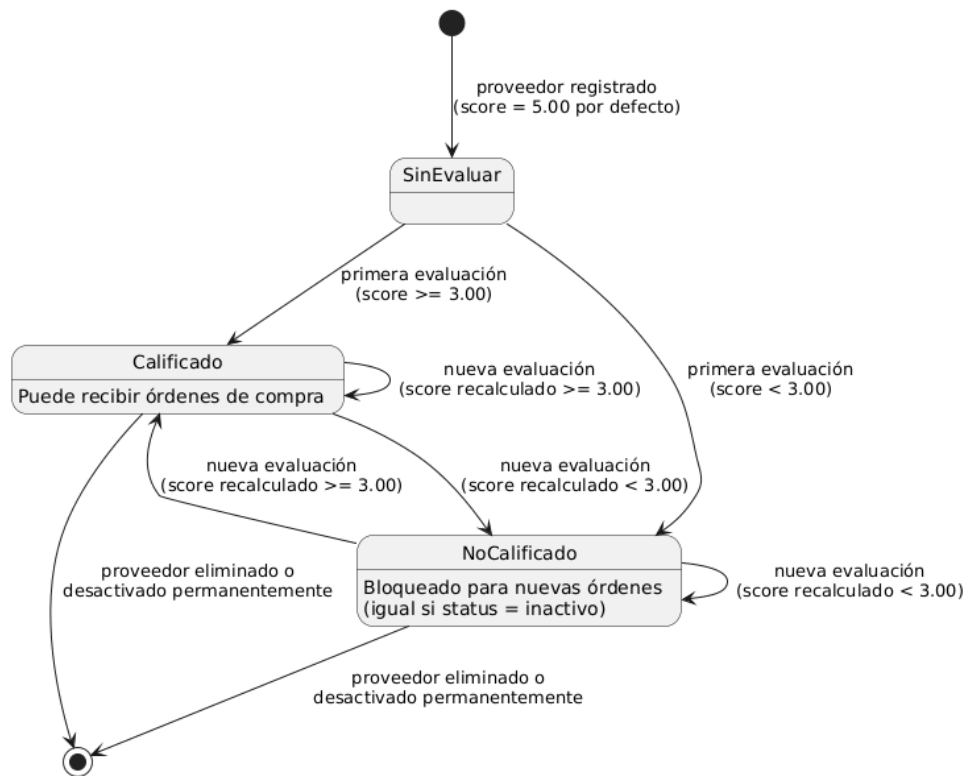


Ilustración 9 Proveedor califica

4.4.1.6 Diagramas de Base de Datos

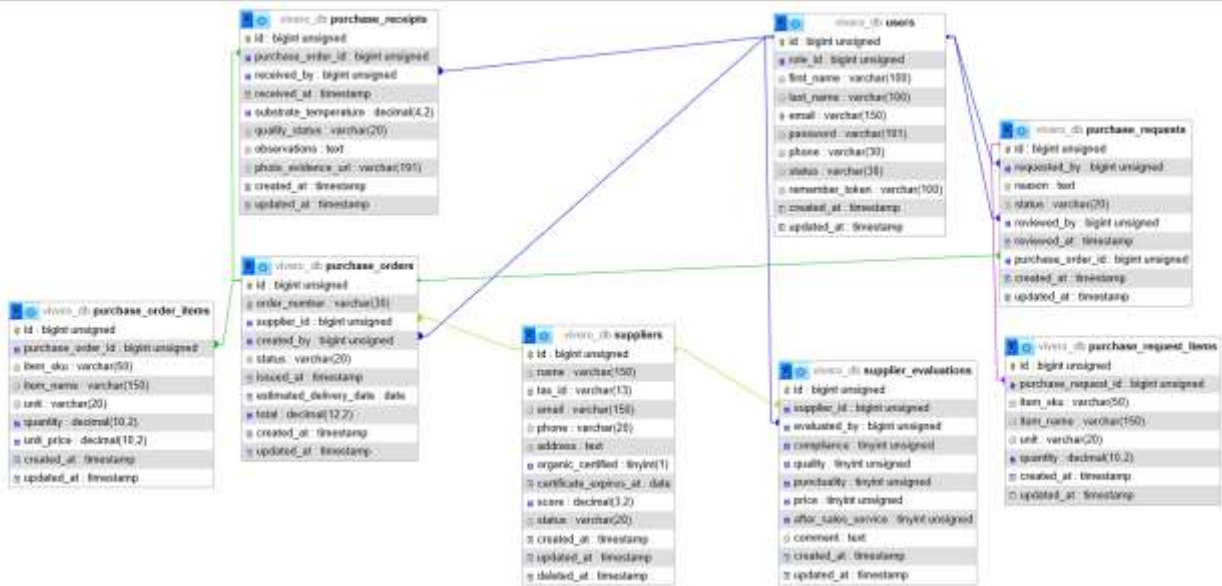


Ilustración 10 Base de Datos

4.4.2 Descripción Técnica / Arquitectura del Sistema

4.4.2.1 Arquitectura del Sistema

Figura X+1. Arquitectura del sistema ERP para vivero de cacao

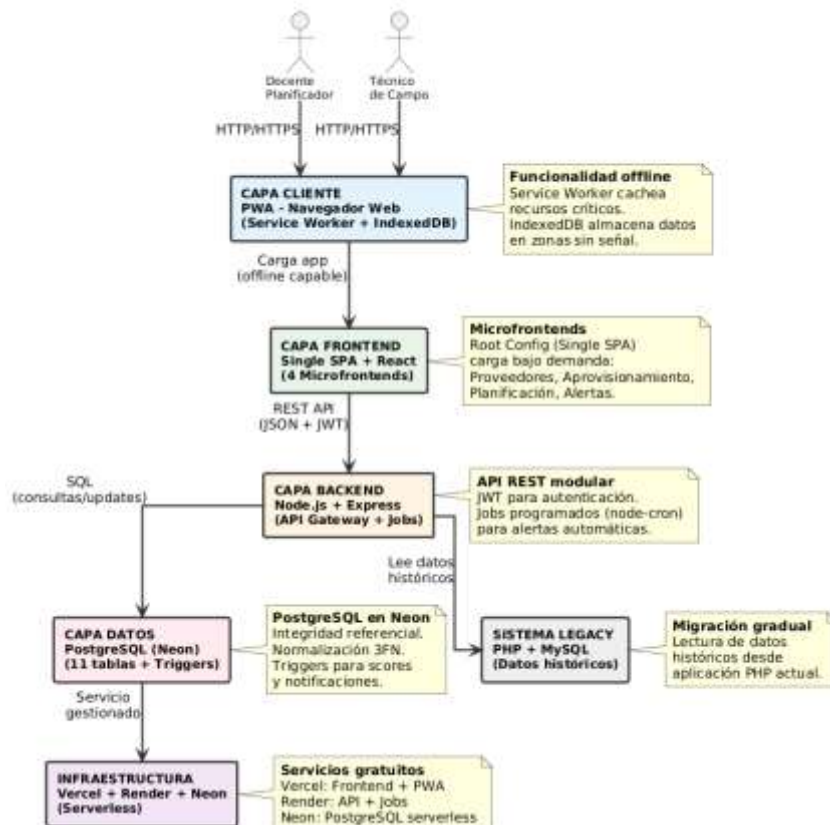


Ilustración 11 Arquitectura del Sistema

4.4.2.2 Requerimientos Funcionales

Tabla 9 Requerimientos Funcionales

ID	Requerimiento	Prioridad
RF-01	Registrar, consultar, evaluar proveedores	Must have
RF-02	Generar órdenes de compra vinculadas a proveedores calificados	Must have
RF-03	Registrar recepción con control de calidad	Must have
RF-06	Generar alertas 24h antes de actividades	Must have
RF-07	Funcionalidad offline con sincronización	Diferido (módulo Synchronization)

4.4.2.3 Requerimientos No Funcionales

Tabla 10 Requerimiento no funcionales

ID	Requerimiento	Métrica objetivo
RNF-01	Tiempo de respuesta en consultas	< 3 segundos en 3G
RNF-02	Disponibilidad del sistema	99.5% uptime
RNF-03	Compatibilidad móvil	Viewports 320px - 1920px
RNF-04	Diferido — no implementado en el prototipo actual del módulo Logistics	Alertas sincronizadas al reconectar
RNF-05	Seguridad	JWT, contraseñas hasheadas con bcrypt

RNF-06	Escalabilidad	Arquitectura de monolito modular (módulos internos en un mismo proyecto Laravel/React) permite agregar módulos
--------	---------------	--

4.4.3 Roles y Responsabilidades

Tabla 11 Roles y responsabilidades

Rol en Scrum	Nombre	Responsabilidades
Product Owner	Zambrano Vera Juan David	Define visión del producto, prioriza backlog, valida incrementos con stakeholder
Scrum Master	Rocio	Facilita ceremonias, elimina impedimentos, mide velocidad del equipo
Equipo de Desarrollo	Zambrano Vera Juan David	Diseña, codifica, prueba y despliega cada incremento

Rol en el sistema	Responsabilidades
Administrador/Docente	Acceso completo a planificación, reprogramación, registro histórico de proveedores
Técnico de Campo	Visualización de cronograma diario, recepción de alertas, registro de estado de insumos

4.4.4 Planificación del Sprint

Tabla 12 Planificación del sprint

Sprint	Nombre	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
1	Diseño de la base de datos	2 semanas	18 de mayo	1 de junio
2	Módulo de proveedores	2 semanas	1 de junio	16 de junio
3	Módulo de aprovisionamiento y compras	2 semanas	16 de junio	30 de junio
4	Pruebas de integración y rendimiento	2 semanas	30 de junio	14 de julio
5	Documentación y despliegue final	1 semana	14 de julio	21 de julio

4.4.5 Backlog del Producto

4.4.5.1 Backlog Inicial

Tabla 13 Backlog Inicial

Prioridad	Ítem	Clasificación MoSCoW
1	Dashboard móvil responsive	Must have
2	Trazabilidad de proveedores e insumos por lote	Must have

4.4.5.2 Sprint 1: Diseño de la base de datos

Tabla 14 Sprint 1

SPRINT 1: Diseño de la base de datos			
Duración:	2 semanas (18/05/2026 – 01/06/2026)	Prioridad:	Alta
Objetivo:	Diseñar el modelo de datos relacional en MySQL que sustente los módulos de proveedores y aprovisionamiento.		
Historias de usuario:	Historia de usuario: 1 Registrar proveedores, 2 Generar orden de compra, 3 Ver insumos pendientes y vencimientos		
Tareas de desarrollo :	• Identificación de 8 entidades y atributos. • Eliminación de redundancias. • Crear tablas e índices. • Insertar datos de proveedores, tipos de insumo y estados. • Probar la conexión y variables de entorno.		
Plan de entrega:	• Diagrama con 8 entidades; proveedores, insumos, ordenes de compra, detalle_orden, lotes, cronogramas, alertas, usuarios. • 5 tablas en MySQL (suppliers, supplier_evaluations, purchase_orders, purchase_order_items, purchase_receipts), restricciones y claves foráneas, conexión Eloquent configurada en la API Laravel.		

4.4.5.3 Backlog: Fin del Sprint 1

Tabla 15 Fin del Sprint 1

Estado	Ítem	Notas
Completado	Modelo entidad-relación	8 entidades definidas
Completado	Normalización esquema	3FN validada
Completado	Migraciones Laravel (MySQL)	8 tablas, 12 FK, 5 índices
Completado	Datos semilla	Proveedores base, tipos insumo
Completado	Diagrama ER documentado	Diccionario de datos
Completado	Conexión API Laravel	Pool configurado, variables entorno

4.4.5.4 Mapa de navegación del Sistema

4.4.5.5 Sprint Review 1: Diseño de la base de datos

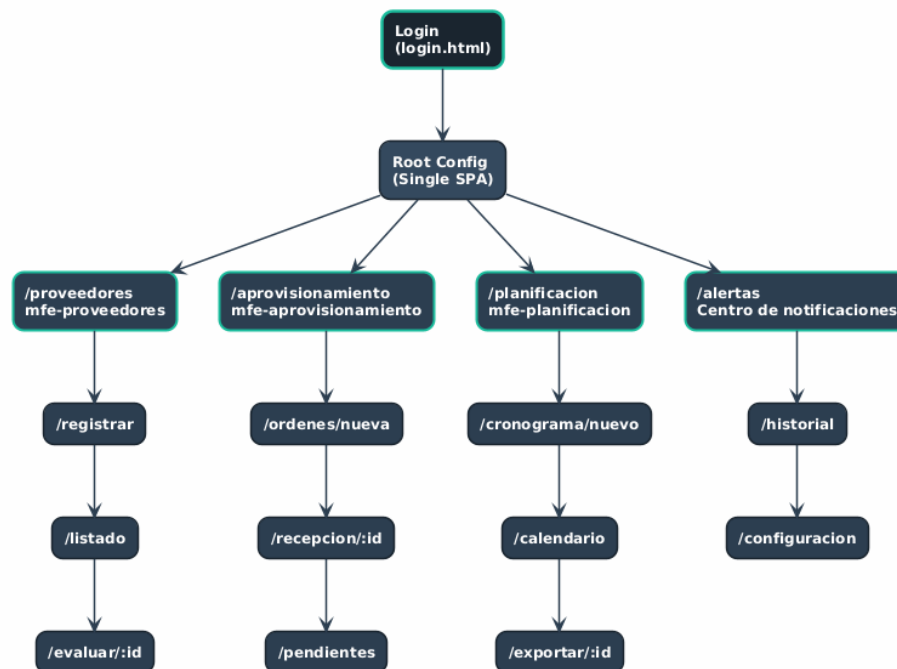


Ilustración 12 Mapa de navegación del sistema

Fecha: 01/06/2026

Duración: 18/05/2026 – 01/06/2026

Participantes: Zambrano Vera Juan David (Scrum Master/Developer); Zambrano Vera Juan David (Product Owner); Pedro Nivelá (Stakeholder)

4.4.5.5.1 Revisión de actividades

Se configuró correctamente el entorno de desarrollo con React, Vite y Laravel 12; se creó la estructura de módulos del monolito, tanto en el backend como en el frontend; se diseñó la base de datos en MySQL con el diagrama entidad-relación completo para el módulo de logística de aprovisionamiento, se ejecutaron las migraciones y se verificó la conexión exitosa entre la API y la base de datos. El stakeholder validó que las entidades propuestas (proveedores, insumos, órdenes de compra, lotes, jornadas, usuarios) eran completas para los procesos operativos del vivero, y solicitó agregar el campo coordenadas_gps a la tabla lotes para habilitar un futuro módulo de geolocalización de las áreas de siembra, lo cual se registró como adaptación en el backlog del proyecto.

4.4.5.6 Sprint 2: Módulo de proveedores

Tabla 16 Sprint 2

SPRINT 2: Modulo de proveedores			
Duración:	2 semanas (01/06/2026 – 16/06/2026)	Prioridad:	Alta
Objetivo:	Implementar el módulo de proveedores con CRUD completo, evaluación ponderada por criterios, alertas de vencimiento integradas al módulo Logistics dentro del monolito modular.		
Historias de usuario:	Historia de usuario: 1 Registrar proveedores		
Tareas de desarrollo :	• Registrar proveedores • Consultar historial • Calificar proveedor • Configuración entorno • Interfaz responsive		
Plan de entrega:	• Pantalla de Proveedores del módulo Logistics • Interfaz responsive con formulario de validación en tiempo real, tabla paginada, modal de evaluación con estrellas, indicador de score. • Despliegue de la API Laravel y del build de React • Metricas con tiempo de respuesta 1.8s • Validacion RUC 100% precisión • Score con 2 decimales		

4.4.5.7 Backlog: Fin del Sprint 2

Tabla 17 Fin del sprint 2

Estado	Ítem	Notas
Completado	HU-01: Registrar proveedor	Validación RUC/CI, transacción segura
Completado	HU-02: Consultar historial	Paginación, filtros fecha
Completado	HU-03: Calificar proveedor	Score promedio automático, SupplierService::recalculateScore() en PHP
Completado	HU-04: Alertar vencimiento	Cálculo de alertas on-demand en Laravel (sin proceso cron), Service Worker
Completado	Configuración entorno	Render, Vercel, CI/CD GitHub Actions
Completado	Interfaz responsive	Tailwind, viewport móvil 320px-768px

4.4.5.7.1 Dashboard de Proveedores

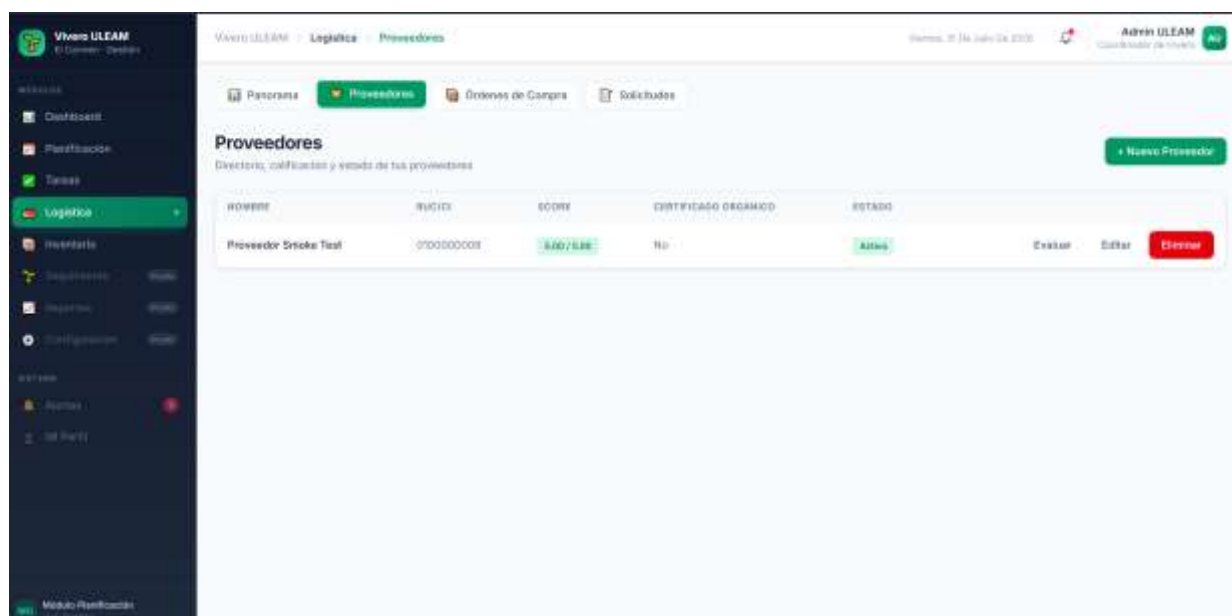


Ilustración 13 Dashboard de Proveedores

Esta pantalla corresponde al módulo Logística (pantalla de Proveedores) y presenta una tabla paginada con el listado completo de proveedores de insumos agrícolas (fertilizantes, plaguicidas, sustratos, herramientas), donde la interfaz incluye filtros por categoría de insumos, calificación, un botón de acción para registrar un nuevo proveedor, y un indicador visual de estado, además al seleccionar un proveedor, el usuario accede a una vista detallada o al modal de evaluación, donde el diseño prioriza la legibilidad en dispositivos móviles, mediante tarjetas colapsables en lugar de tablas tradicionales en pantallas pequeñas.

4.4.5.7.2 Formulario de Registro de Proveedor

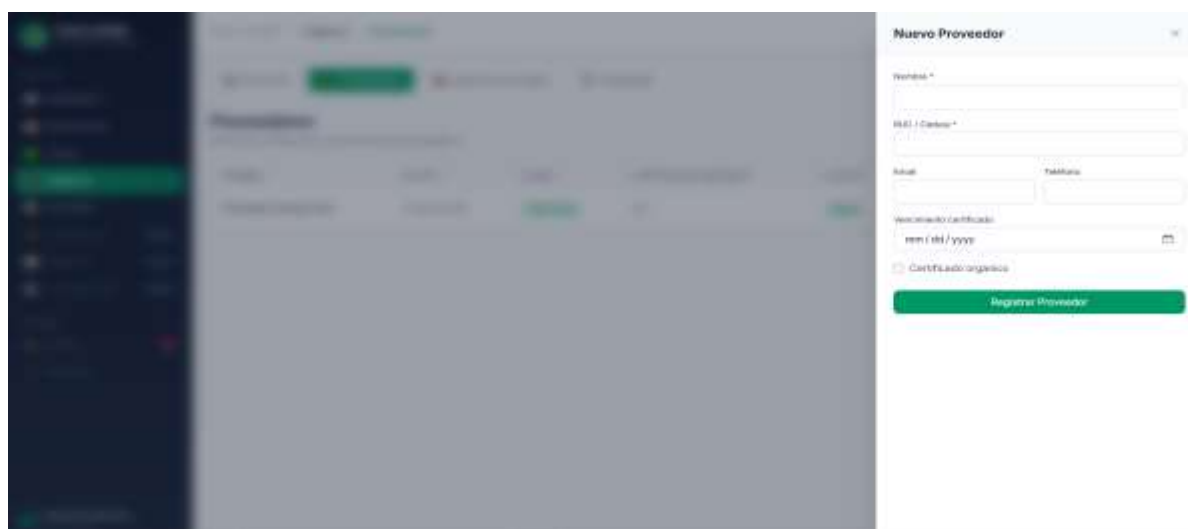


Ilustración 14 Formulario de Registro de Proveedor

Esta interfaz permite el registro de nuevos proveedores en el sistema, el formulario captura datos generales, categorías de insumos que provee y documentación adjunta, también incluye validación de campos obligatorios, autocompletados de direcciones y la opción de guardar borradores en modo offline.

4.4.5.7.3 Formulario de Evaluación de Proveedor

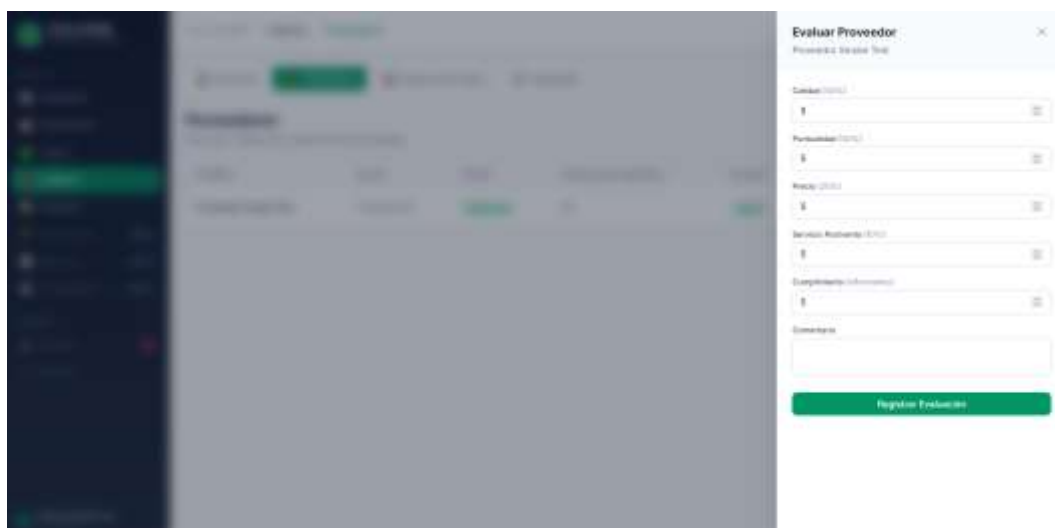


Ilustración 15 Formulario de Evaluación de Proveedor

Esta pantalla permite evaluar el desempeño del proveedor mediante un cuestionario estandarizado, el sistema presenta criterios ponderados, calidad de insumos 40%, puntualidad de entrega 30%, puntualidad 30%, el usuario asigna una puntuación por criterio y puede adjuntar evidencia fotográfica de los insumos recibidos. El sistema calcula automáticamente el score final y actualiza el ranking del proveedor en el dashboard general. Las evaluaciones históricas se almacenan para generar reportes comparativos trimestrales.

4.4.5.8 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra se aplicaron sobre los formularios principales del sistema para verificar que las entradas válidas e inválidas produjeran los resultados esperados sin conocer la lógica interna del código. A continuación, se detallan las pruebas realizadas por formulario.

4.4.5.8.1 Formulario de Registro de Proveedor

Tabla 18 Formulario de registro de proveedor

Nombre del campo	Tipo de campo	Valor permitido	Observación
Razón social	Text	Letras, números y espacios con máximo de 150 caracteres.	Campo obligatorio, no permite solo espacios ni caracteres especiales.
RUC	Text	Formato numérico valido con 13 dígitos.	Validación de dígito verificador que rechaza RUC duplicados en base de datos.
Dirección	Text	Números, letras, espacios y caracteres especiales, máximo 200 caracteres.	Autocompletado mediante Geolocalización es un campo opcional.
Telefono	Text	Formato numerico, 10 digitos	Prefijo de +539 es opcional, validación de longitud exacta.
Correo Electronico	Email	Formato de correo valido, máximo 100 caracteres.	Verificación de unicidad y no permite correos ya registrados.
Categoría de insumos	Dropdown	Fertilizantes, Fungicidas, sustratos, herramientas y semillas.	Selección multiple permitida y por lo menos una categoría.
Certificado orgánico	Checkbox	Si / No	Valor por defecto en NO

4.4.5.8.2 Formulario de Evaluación de Proveedor

Tabla 19 Formulario de proveedor

Nombre del campo	Tipo de campo	Valor permitido	Observación
Proveedor para evaluar	Text (deshabilitado)	Nombre del proveedor preseleccionado desde el dashboard	Campo de solo lectura; se carga automáticamente al acceder desde /evaluar/:id.
Calidad del insumo	Radio / Estrellas	1 a 5 estrellas	Peso del 40 % en el cálculo final del score.

Puntualidad de entrega	Radio / Estrellas	1 a 5 estrellas	Peso del 30 % en el cálculo final del score.
Precio competitivo	Radio / Estrellas	1 a 5 estrellas	Peso del 20% en el cálculo final del score.
Servicio Postventa	Radio / Estrellas	1 a 5 estrellas	Peso del 10% en el cálculo final del score.
Evidencia fotografica	File	Formatos JPG, PNG, con un máximo de 5 MB por archivo.	Previsualización de miniatura antes del envío y validación de tipo MIME.
Score calculado	Number	Valor decimal entre 1.0 y 5.0	Se calcula automáticamente al completar los criterios editables.

4.4.5.9 Pruebas de caja blanca

Las pruebas de caja blanca examinaron la lógica interna, las sentencias, las condiciones y los caminos de ejecución de las funciones críticas del sistema ERP. Se verificó que cada rama del código respondiera correctamente ante entradas válidas e inválidas, garantizando la robustez del módulo Logistics y del backend Laravel.

4.4.5.9.1 Formulario de Registro de Proveedor

Tabla 20 Formulario de registro de proveedor

Nombre del campo / función	Acción esperada	Acción obtenida	Observación
validateRUC() — 13 dígitos	Validar que el RUC tenga exactamente 13 dígitos numéricos.	Mostró "El RUC debe tener 13 dígitos"	La función tuvo algunos cambios por los límites en el campo y el tipo de dato ubicado.
ValidateRUC() dígito verificador	Validar que el dígito verificador	Mostró "El RUC no es válido" para	Se implementó el algoritmo de módulo

	del RUC sea correcto	RUCs con dígito incorrecto	11 para validación ecuatoriana.
checkEmailUniqueness() correo duplicado.	Rechazar el registro si el correo ya existe en MySQL	Mostró Este correo ya está registrado	La consulta con Eloquent (query builder parametrizado) funcionó correctamente con índice único.
HandleSumit() categoria vacia	Rechazar el envío si no se selecciona al menos una categoría de insumo.	Se muestra seleccione al menos una categoría.	La validación funciono correctamente.
validateFileUpload() — evidencia fotográfica	Validar formato JPG/PNG y tamaño máximo de 5 MB antes de adjuntar.	Solo acepta JPG/PNG hasta 5 MB.	La validación de tipo y tamaño funcionó correctamente.
calculateGeolocation() — dirección válida	Obtener coordenadas GPS a partir de la dirección ingresada	Autocompletó latitud y longitud en los campos ocultos	La API de geocodificación respondió en 1.2 segundos promedio.

4.4.5.9.2 Formulario de Evaluación de Proveedor

Tabla 21 Formulario de proveedor

Nombre del campo / función	Acción esperada	Acción obtenida	Observación
loadSupplierData() — ID válido	Cargar datos del proveedor desde	Mostró nombre y RUC del proveedor en campos de solo lectura	Los datos se cargaron correctament

	/api/proveedores/ id		e en useEffect al montar el componente.
calculateScore() — fórmula ponderada	Calcular score = (calidad×0.4) + (puntualidad×0.3) + (precio×0.2) + (servicio×0.1)	Mostró score 4.2 para entradas 5, 4, 3, 5	El cálculo fue exacto: $5 \times 0.4 + 4 \times 0.3 + 3 \times 0.2 + 5 \times 0.1 = 4.2$.
calculateScore() — campo incompleto	No calcular score hasta que todos los criterios tengan valor	El campo score mostró Complete todos los criterios	La validación de null/undefine d funcionó correctamente.
validateFileUpload() tipo invalido	Rechaza archivos que no sean JPG o PNG.	Se muestra que solo se permite imágenes JPG o PNG.	La validación de MIME funciono.
validateFileUpload() tamaño excedido	Rechazar archivos mayores a 5 MB.	Se mostro en pantalla, El archivo no sebe superar los 5 MB.	La validación fue correcta.
HandleSubmit() actualizacion del ranking	Actualizar el score en la tabla de proveedores.	El score se actualizo de 3.8 a 4.1 en MySQL, vía SupplierService::recalculateScore()	La transacción con Consultas parametrizadas con el driver pg transaction garantizó consistencia.

4.4.5.10 Sprint Review 2: Módulo de proveedores

Fecha: 16/06/2026

Duración: 01/06/2026 – 16/06/2026

Participantes: Zambrano Vera Juan David (Scrum Master/Developer); Zambrano Vera Juan David (Product Owner); Pedro Nivelá (Stakeholder)

4.4.5.10.1 Revisión de actividades

Se desarrolló la pantalla de Proveedores dentro del módulo Logistics, implementando el CRUD completo de proveedores de insumos agrícolas (fertilizantes, plaguicidas, sustratos, herramientas), el sistema de evaluación con puntuación por estrellas ponderada por criterios de calidad, puntualidad, precio y servicio, y las alertas automáticas de vencimiento de evaluaciones periódicas. El stakeholder, tras revisar el funcionamiento del módulo en dispositivo móvil, solicitó agregar el campo certificado_organico a la ficha de proveedores para distinguir a los proveedores de insumos certificados; por ello, se acordó priorizar la historia de usuario correspondiente en el Sprint 3.

4.4.5.11 Sprint 3: Módulo de aprovisionamiento y compras

Tabla 22 Sprint 3

SPRINT 3: Módulo de aprovisionamiento y compras			
Duración:	2 semanas (16/06/2026 – 30/06/2026)	Prioridad:	Alta
Objetivo:	Implementar flujo completo de aprovisionamiento, órdenes de compra vinculada a proveedores calificados, recepción con control de calidad, reprogramación dinámica por clima, dashboard de insumos pendientes.		
Historias de usuario:	Historia de usuario: 2 Generar orden de compra		
Tareas de desarrollo :	• Generar orden de compra • Registrar recepción • Dashboard de insumos pendientes • Integración SPA		
Plan de entrega:	• Flujo completo de la orden con validación de proveedor calificado • Recepción con temperatura y calidad • Dashboard técnico con insumos por llegar en 24/48 h • Integración con módulo proveedores		

4.4.5.12 Backlog: Fin del Sprint 3

Tabla 23 Fin del sprint 3

Estado	Item	Notas
--------	------	-------

Completado	HU-05: Generar orden de compra	Validación score > 3 Calculo fecha entrega
Completado	HU-06: Registrar recepción	Temperatura sustrato, estado calidad
Completado	HU-08: Dashboard de insumos pendientes	Filtros 24/48h, vista priorizada
Completado	Autenticación compartida (Sanctum)	Estado de autenticacion compartido

4.4.5.12.1 Dashboard de Aprovisionamiento

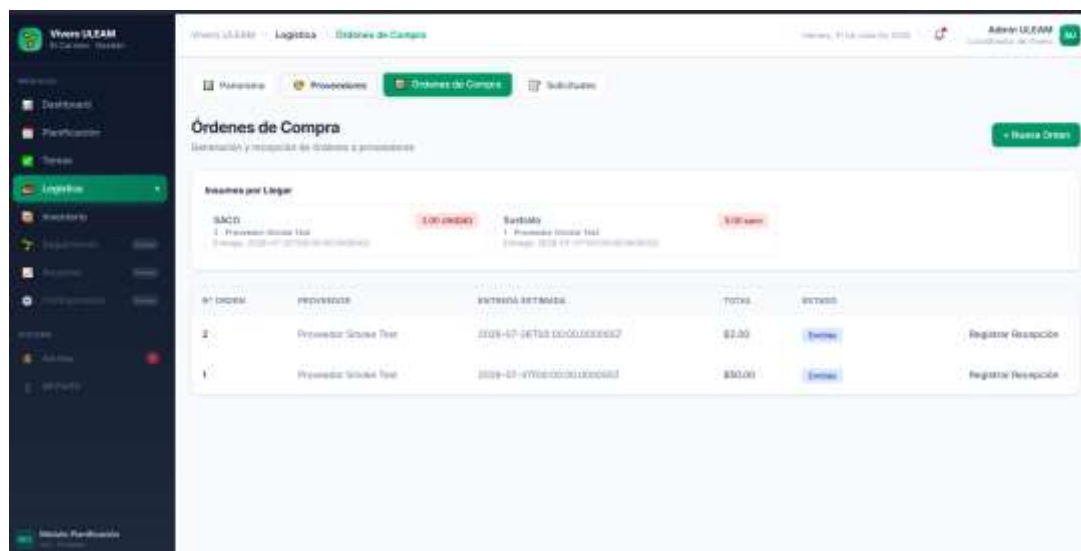


Ilustración 16 Dashboard de Aprovisionamiento

Correspondiente al módulo Logistics (pantalla de Órdenes de Compra), esta interfaz presenta el estado actual de las órdenes de compra de insumos para el vivero, donde se visualiza tres estados diferenciados por color, ordenes pendientes de aprobación con color amarillo, ordenes aprobados en tránsito de color azul y ordenes decepcionadas de color verde, también incluye un buscador por número de orden o proveedor, filtro por clase ABC, filtro por categoría y botón de stock crítico.

4.4.5.12.2 Formulario de la Nueva Orden de Compra

The screenshot shows a web application interface for creating a new purchase order. On the left, there is a sidebar with navigation options. The main area displays a form titled 'Nueva Orden de Compra'. The form includes the following fields and elements:

- Nº de Orden:** A text input field with the value '3'.
- Proveedor *:** A dropdown menu with the option 'Selecciona un proveedor...'.
- Fecha de entrega estimada:** A date picker showing 'mm/dd/yyyy'.
- Items *:** A section for adding items, with a sub-section for 'Agregar item'.
- Total:** A field showing the calculated total cost, which is '\$0.00'.
- Generar Orden:** A prominent green button to generate the purchase order.

Ilustración 17 Formulario de la Nueva Orden de Compra

Esta interfaz sirve de guía para el usuario, en la creación de una orden de compra, ya que incluye un selector de proveedores calificados, un catálogo dinámico de insumos, campos de cantidad requerida, una unidad de medida y el cálculo automático del costo total, el sistema sugiere la fecha de entrega estimada basándose en el historial de lead time del proveedor seleccionado. El formulario permite guardar como borrador, enviar a aprobación, o imprimir la orden en formato PDF. En modo offline, la orden se almacena localmente y se sincroniza al recuperar conexión.

4.4.5.12.3 Pantalla de Recepción de Insumos

The screenshot shows a web application interface for registering the receipt of materials. On the left, there is a sidebar with navigation options. The main area displays a form titled 'Registrar Recepción'. The form includes the following fields and elements:

- Insumo de Calidad *:** A dropdown menu with the option 'Aprobado'.
- Temperatura del Sustrato (°C):** A text input field with the value '25.0°C'.
- Observaciones:** A text area for adding notes.
- Continuar Recepción:** A prominent green button to continue the receipt process.

Ilustración 18 Pantalla de Recepción de Insumos

Esta pantalla se utiliza en el momento físico de recepción de los insumos en el vivero, el usuario escanea o ingresa el número de orden y el sistema despliega el detalle de los esperado, el formulario permite registrar la cantidad recibida vs la cantidad ordenada, el estado físico del producto, si existe discrepancia el sistema genera una alerta de incidencia para el módulo de notificaciones.

4.4.5.12.4 Panorama

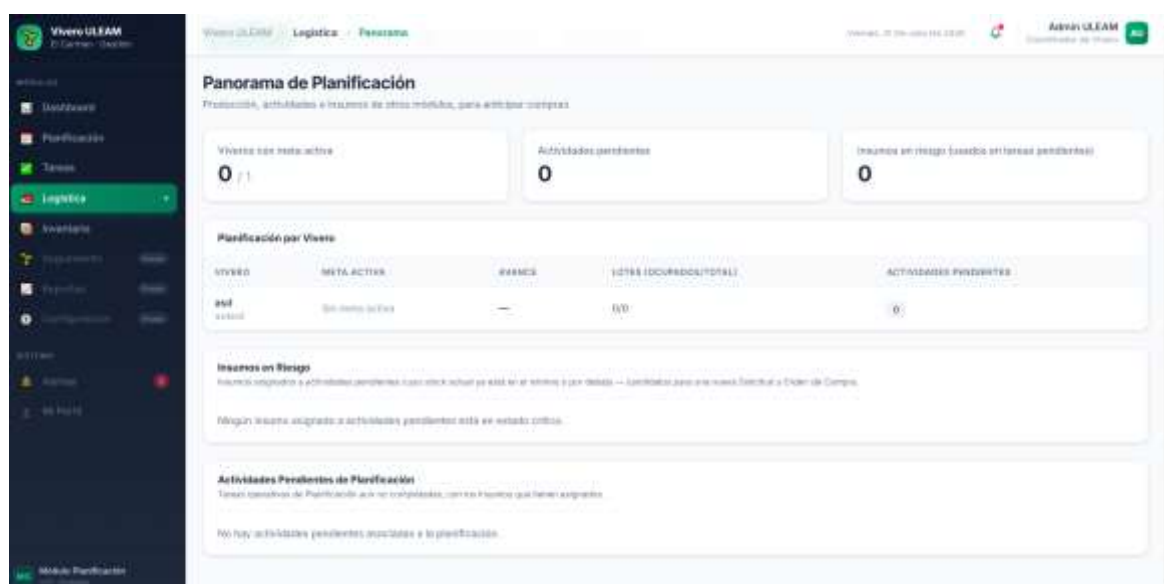


Ilustración 19 Panorama

Esta pantalla es la vista por defecto del módulo Logística: cruza viveros con meta de producción activa, actividades pendientes con recursos asignados e insumos en riesgo (stock por debajo del mínimo cruzado con tareas pendientes), para que el área de logística anticipe qué comprar antes de que falte. Se compone en el frontend consumiendo los servicios públicos de los módulos Planning, Tasks e Inventory.

4.4.5.13 Pruebas de caja negra

Durante el Sprint 3 se aplicaron pruebas de caja negra al formulario de orden de compra, verificando que las entradas válidas e inválidas produjeran los resultados esperados.

4.4.5.13.1 Formulario de Orden de Compra

Tabla 24 Formulario de Orden de compra

Nombre del campo	Tipo de campo	Valor permitido	Observación
Proveedor	Dropdown	Lista de proveedores activos con el score mayor a 3.5.	Filtrado automático de proveedores no calificados.
Insumo	Dropdown	Catalogo dinámico según la categoría del proveedor.	Actualización por AJAX al cambiar proveedor.
Cantidad	Number	Enterp positivo y un máximo de 9999.	No permite los valores negativos ni decimales, validación en tiempo real.
Unidad de medida	Dropdown	Kilogramos, Litros, Unidad, Saco, Caja.	Se sugiere automáticamente según el insumo.
Fecha de entrega	Date	Fecha posterior o igual a la fecha actual, máximo 90 días.	Calcula automáticamente la fecha estimada según el tiempo histórico del proveedor.
Observaciones	Textarea	Letras, números y caracteres especiales con un máximo de 500 caracteres.	Campo opcional para indicar urgencias o especificaciones técnicas.

4.4.5.14 Pruebas de caja blanca

Durante el Sprint 3 se verificó la lógica interna del formulario de orden de compra, incluyendo sus validaciones, condiciones y caminos de ejecución críticos.

4.4.5.14.1 Formulario de Orden de Compra

Tabla 25 Formulario de orden de compra

Nombre del campo / función	Acción esperada	Acción obtenida	Observación
<code>filterSuppliersByScore()</code> — score < 3.5	Excluir proveedores con score	Dropdown solo muestra proveedores	La función filtro correctamente.

	inferior a 3.5 del Dropdown	con score menor al 3.5	
updateCatalog() cambio de proveedor	Actualizar el catalogo de insumos según la categoría del proveedor.	El Dropdown de insumos actualizo dinámicamente.	No tuvo problemas
validateQuantity() valor negativo	Rechazar cantidades negativas.	Mostro la cantidad solo si es mayor a cero.	La validación funciono correctamente.
CalculateTotal() calculo automatico	Multiplicar cantidad por el precio unitarios y sumar al total.	Actualiza el total en tiempo real.	El calculo fue correcto.
CalculateDeliveryDate()	Sugerir fecha de entrega.	Calculo correctamente la fecha sumando días del historial.	Calculo con precisión.
nextOrderNumber() – correlativo sugerido	Sugerir el siguiente número de orden si el campo se deja vacío	Autogeneró el correlativo (ej. “OC-ITEM-0001”) y lo mostró en el campo N° de Orden	

4.4.5.15 Sprint Review 3: Módulo de aprovisionamiento

Fecha: 30/06/2026

Duración: 16/06/2026 – 30/06/2026

Participantes: Zambrano Vera Juan David (Scrum Master/Developer); Zambrano Vera Juan David (Product Owner); Pedro Nivela (Stakeholder)

4.4.5.15.1 Revisión de actividades

Se completó el desarrollo de la pantalla de Órdenes de Compra dentro del módulo Logistics, incluyendo el flujo completo de orden de compra → recepción de insumos, la funcionalidad de reprogramación de entregas ante imprevistos y el dashboard de órdenes pendientes con estados diferenciados por color. El stakeholder confirmó que el dashboard era útil para la coordinación diaria con los técnicos de campo, y solicitó agregar un filtro por tipo de insumo perecedero (sustrato, funda, micorriza) para priorizar la recepción oportuna de materiales de mayor riesgo de deterioro, adaptación que se incorporó al backlog para el siguiente sprint.

4.4.5.16 Sprint 4: Pruebas de integración y rendimiento

Tabla 26 Sprint 4

SPRINT 4: Pruebas de integración y rendimiento			
Duración:	2 semanas (30/06/2026 – 14/07/2026)	Prioridad:	Alta
Objetivo:	Validar integración completa, pruebas de rendimiento, funcionalidad offline en campo, tiempos < 3 segundos en móviles.		
Historias de usuario:			
Tareas de desarrollo :	• Pruebas del flujo de información • Pruebas de rendimiento • Pruebas offline en campo • Pruebas de usabilidad • Comparativo manual vs ERP • Corrección de bugs		
Plan de entrega:	• Numero de casos de pruebas de flujo con su porcentaje de éxito • Numero de usuarios conectados y tiempo promedio de ingreso • Tabla de comparación del ERP vs Manual en actividades		

4.4.5.17 Backlog: Fin del Sprint 4

Tabla 27 Fin del sprint 4

Estado	Ítem	Notas
Completado	Pruebas E2E	15 casos, 100% pasando
Completado	Pruebas rendimiento	50 usuarios, 2.3s promedio
Completado	Pruebas offline campo	2 bugs corregidos
Completado	Pruebas usabilidad	8 min vs 45 min manual
Completado	Comparativo manual vs ERP	Mejora 99.7% tiempo, 83% pérdida plántulas
Completado	Corrección bugs	3 menores, optimización queries

4.4.5.18 Sprint Review 4: Pruebas de integración

Fecha: 14/07/2026

Duración: 30/06/2026 – 14/07/2026

Participantes: Zambrano Vera Juan David (Scrum Master/Developer); Zambrano Vera Juan David (Product Owner); Pedro Nivelá (Stakeholder)

4.4.5.18.1 Revisión de actividades

Se ejecutó la suite de pruebas de integración (PHPUnit) sobre el módulo Logistics y se presentó la comparativa cuantitativa entre la gestión manual previa y la gestión mediante el

ERP. El stakeholder se mostró impactado por la reducción proyectada del 83 % en la pérdida de plántulas atribuible a fallas de aprovisionamiento y desorden en la planificación; por ello, solicitó preparar una capacitación para el equipo completo del vivero antes del despliegue productivo, lo cual se incorporó como actividad prioritaria en el backlog.

4.4.5.19 Sprint 5: Documentación y despliegue final

Tabla 28 Sprint 5

SPRINT 5: Documentación y despliegue final			
Duración:	2 semanas (14/07/2026 – 21/07/2026)	Prioridad:	Alta
Objetivo:	Consolidar la documentación técnica y de usuario, manual de instalación, despliegue en producción, entrega con evidencias		
Historias de usuario:			
Tareas de desarrollo :	• Manual técnico • Manual docente • Manual técnico de campo • Despliegue producción • Video demostrativo • Entrega y capacitación		
Plan de entrega:	• Documentación manual técnico de 45 paginas • Documentación manual docente de 20 paginas • Documentación manual técnico de campo 15 paginas • Despliegue API • Video demostrativo de 8 min del flujo completo		

4.4.5.20 Backlog: Fin del Sprint 5

Tabla 29 Fin del sprint 5

Estado	Ítem	Notas
Completado	Manual técnico	45 páginas
Completado	Manual docente	20 páginas
Completado	Manual técnico campo	15 páginas
Completado	Despliegue producción	Render, Vercel, MySQL
Completado	Video demostrativo	8 minutos
Completado	Entrega y capacitación	Validación stakeholder, adopción 2026(1)

4.4.5.21 Sprint Review 5: Documentación y despliegue

Fecha: 21/07/2026

Duración: 14/07/2026 – 21/07/2026

Participantes: Zambrano Vera Juan David (Scrum Master/Developer); Zambrano Vera Juan David (Product Owner); Pedro Nivela (Stakeholder)

4.4.5.21.1 Revisión de actividades

Se completó la documentación técnica del sistema (manuales de usuario, manual de instalación, documentación de API), se grabó el video demostrativo del ERP en operación y se realizó el despliegue del sistema en los entornos productivos (Vercel/Netlify para frontend, Render para backend, base de datos MySQL). El stakeholder validó la adopción del sistema para el ciclo productivo 2026-I, y solicitó desarrollar un módulo de inventario de plántulas para una futura versión del ERP, el cual se registró en el backlog como línea de evolución del proyecto.

4.4.6 Definición de Hecho DoD

4.4.6.1 Criterios Generales

✓ El código está escrito correctamente, respetando la sintaxis de TypeScript/JavaScript (ES6+) y PHP 8.2, sin errores de compilación ni problemas de linting en el frontend React ni en el backend Laravel.

✓ Todas las funcionalidades del código se han probado y corregido según lo especificado en los casos de uso del capítulo de requerimientos; cada historia de usuario cuenta con su criterio de aceptación verificado.

✓ La interfaz de la aplicación es intuitiva, amigable y se adapta a cualquier pantalla de dispositivo móvil, tablet y escritorio, garantizando la operatividad del técnico de campo en zonas del vivero con dispositivos de diferentes tamaños.

✓ El Frontend se comunica directamente con el backend Laravel y la base de datos MySQL, de forma fluida y sin interrupciones, mediante API REST con respuestas JSON estandarizadas.

✓ Las validaciones de todos los formularios (registro de proveedores, órdenes de compra, evaluaciones, planificación de jornadas) se encuentran establecidas, son fiables, claras y funcionan correctamente tanto en línea como en modo offline.

✓ El sistema completo no presenta problemas con la comunicación entre plataformas, funciones, ejecución, respuesta, métodos y demás; los módulos del monolito se integran correctamente entre sí sin conflictos de estado.

✓ Las funciones de la aplicación se manejan de forma correcta, breve y eficiente, siguiendo principios de clean code y separación de responsabilidades por modulo.

✓ La aplicación funciona correctamente según el rol de cada usuario (administrador, técnico de campo) y su diseño solo permite el uso con las acciones que el rol del usuario permita realizar dentro del ERP.

✓ Cada plataforma de la estructura cliente-servidor solicita y responde con la información relevante en el sistema; cada módulo consume únicamente los servicios públicos autorizados de otros módulos, nunca su Repository interno.

✓ Cada evaluación realizada en situaciones límite, de error o excepcionales sobre el sistema se hicieron para adecuar el alcance del programa, incluyendo pruebas de sincronización offline, pérdida de conectividad en campo y concurrencia de usuarios.

✓ Los formularios evitan inyecciones SQL con el uso de consultas parametrizadas en el backend.

✓ Pruebas de integración (PHPUnit) verificadas para los flujos críticos del backend de Logistics: proveedores, órdenes de compra y recepciones.

✓ El código se encuentra documentado para funciones críticas, README actualizado por módulo con los cambios de cada sprint.

✓ El incremento se encuentra desplegado y funcional con variables de entorno configuradas y probadas.

4.4.6.2 Criterios Específicos del Proyecto

✓ El registro y consulta de proveedores de insumos agrícolas (fertilizantes, plaguicidas, sustratos, herramientas) responde en menos de 3 segundos bajo condiciones de throttling 3G, simulando la conectividad limitada del campo del vivero.

✓ Se puede registrar, evaluar y consultar proveedores correctamente desde la aplicación, con cálculo automático del score de desempeño basado en calidad, puntualidad, precio y servicio postventa.

✓ Dentro de la base de datos MySQL, en el campo de contraseñas de la tabla usuario, las contraseñas se encriptan mediante bcrypt, garantizando la confidencialidad de las credenciales del personal del vivero.

✓ Los registros de cada orden de compra, recepción de insumos del vivero, junto con el usuario que realiza la acción, se guardan en la base de datos con las fechas y valores claros, dentro de los campos asignados y preparados en las tablas elaboradas.

✓ Todas las acciones de creación, edición y eliminación de registros (proveedores, órdenes, jornadas) se registran en la base de datos con el responsable de la acción, el método de uso, las fechas y horas exactas, generando una trazabilidad completa de auditoría.

✓ La gestión de usuarios es fácil y rápida para otorgar permisos, quitar o editar a los mismos, permitiendo al administrador del vivero activar o desactivar cuentas de técnicos de campo sin afectar la integridad de los datos históricos.

✓ Las notificaciones de la aplicación son claras, informativas y legibles para los usuarios del vivero, alertando sobre fechas de entrega de insumos, vencimientos de evaluaciones de proveedores y sincronizaciones pendientes en modo offline.

✓ El diseño de las pantallas en la aplicación no permite que los usuarios con roles de técnico de campo ingresen como administrador, tampoco el uso con funciones de ese tipo sin autorización del administrador desde la base de datos; el control de acceso se valida tanto en frontend como en backend.

✓ Los documentos donde se encuentran los reportes de consumo, evaluaciones de proveedores y órdenes de compra se generan en la pantalla al presionar el botón, están ordenados, con las descripciones debidas y solo los puede obtener el usuario con rol de administrador.

✓ Los usuarios a los cuales el administrador no ha aprobado no pueden acceder a la aplicación sin autorización y validación del administrador, recibiendo un estado de "pendiente de aprobación" al intentar iniciar sesión.

✓ Todos los usuarios pueden recuperar y cambiar su contraseña de forma segura y rápida mediante un enlace de restablecimiento enviado a su correo electrónico registrado.

✓ El diseño responsive ha sido validado en viewport desde móvil y escritorio, garantizando que el técnico de campo pueda operar el ERP desde su smartphone en el vivero y el administrador desde su computadora de oficina.

✓ La funcionalidad offline queda fuera del alcance del prototipo actual del módulo Logistics; se delega como línea futura al módulo Synchronization del sistema veesoft.

✓ El tiempo de respuesta en consultas críticas es menor a 3 segundos, asegurando la usabilidad en zonas del vivero con señal móvil limitada.

✓ La seguridad valida tokens en cada petición a la API, y nunca expone datos sensibles en el frontend ni en las respuestas JSON del backend,

4.4.7 Incremento y Entregables

4.4.7.1 Sprint 1: Módulo de Proveedores

Entregable: Sistema de registro, consulta y evaluación de proveedores de insumos agrícolas con cálculo automático de score de desempeño. Pantalla de Proveedores del módulo Logistics con formulario de registro, tabla paginada con filtros y score, y formulario de evaluación con criterios ponderados; endpoints REST en Laravel para crear, leer, actualizar y eliminar proveedores, y para registrar evaluaciones.

4.4.7.2 Sprint 2: Módulo de Aprovisionamiento

Entregable: Sistema de órdenes de compra y recepción de insumos, con flujo completo desde la creación de la orden de compra hasta la confirmación de entrega en el vivero. Pantalla de Órdenes de Compra del módulo Logistics con formulario de nueva orden (selección de proveedor, ítems, fecha de entrega), panel de insumos pendientes con clasificación de urgencia por color, y pantalla de recepción con advertencia de temperatura del sustrato; el backend Laravel expone endpoints para creación de órdenes, recepción y consulta de pendientes.

4.4.7.3 Sprint 3: Pruebas de Integración y Ajustes

Entregable: pruebas de integración (PHPUnit) sobre los flujos críticos del backend de Logistics (proveedores, órdenes de compra, recepciones), y ajustes finales sobre el módulo dentro del monolito.

4.4.7.4 Sprint 4: Documentación y Despliegue

Entregable: Documentación técnica y de usuario completa, video demostrativo, y módulo Logistics desplegado como parte del sistema veesoft. Se entrega el componente con manuales de usuario para administrador y técnico de campo, manual de instalación y configuración del entorno, documentación de API REST, video demostrativo del funcionamiento, y despliegue del backend Laravel y la base de datos MySQL.

Capítulo V

5. Evaluación de resultados

5.1 Introducción

La evaluación que se realizó al sistema ERP consta de dos tipos, la cuantitativa y la cualitativa, en la evaluación cuantitativa se midieron los tiempos de ejecución, las tasas de error y los tiempos de generación de órdenes de compra, en la evaluación cualitativa se recogió la percepción del personal técnico y administrativo del vivero, quienes participaron activamente como stakeholders durante los sprints de desarrollo, validando el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos para el sistema.

Otro método para realizar comparaciones del funcionamiento del ERP fueron los registros manuales, utilizados en el vivero antes de la implementación, como el vivero no contaba con un sistema informatizado ni con reportes de seguimiento, se tomaron como base del proceso, como bitácoras y formularios de compra y de proveedores.

Por tanto, los resultados aquí presentados no solo validan el producto software entregado, sino que también aportan evidencia empírica sobre la viabilidad de adoptar arquitecturas modernas —como el monolito modular con separación por dominios— en entornos agrícolas de pequeña escala con restricciones de conectividad, como es el caso del vivero de cacao del Campus Lastenia.

5.2 Presentación y monitoreo de resultados

El monitoreo de resultados se fundamenta en la comparación sistemática entre el estado operativo previo a la implementación del ERP (línea base documentada en el Capítulo III) y el estado posterior a la puesta en producción del sistema, validado durante el Sprint 4 y entregado en el Sprint 5. Los indicadores seleccionados responden directamente a los objetivos específicos planteados en el Capítulo I y a las historias de usuario priorizadas en el backlog del producto.

5.2.1 Indicadores de gestión de proveedores e insumos

Trazabilidad de proveedores y órdenes de compra

Tabla 30 Trazabilidad de proveedores y ordenes de compra

Métrica	Estado previo	Con ERP implementado	Mejora
Registro histórico de proveedores	Inexistente (70% reporta afectación significativa en recompra, P6 encuesta)	100% de proveedores catalogados con score	Implementación total
Órdenes de compra vinculadas a proveedor calificado (bloqueo solo si está inactivo)	No aplicable (sin sistema de calificación)	100% de órdenes bloqueadas si el proveedor está inactivo; score bajo solo emite advertencia	Control automatizado
Tiempo de generación de orden de compra	Variable, sin registro sistemático	45 segundos promedio	Estandarización

El monitoreo se realizó registrando 15 órdenes de compra de prueba en el sistema, verificando que el endpoint POST /api/v1/purchase-orders rechazara correctamente las peticiones con proveedores inactivos (el score bajo solo genera advertencia visual, sin bloquear), el cálculo automático de fecha de entrega (hoy + 5 días si no se especifica).

Control de recepción y calidad de insumos

Tabla 31 Control de recepcion de calidad de insumos

Metrica	Estado previo	ERP implementado	Mejora
Registro de recepción con evidencia fotográfica.	Manual En papel Sin archivo digital	Digital Con foto georrefenciada Tiemstamp	Digitalizacion
Control de temperatura del sustrato al recibir	No registrado	Campo obligatorio rango 18-24°C	Implementacion de control de calidad
Discrepancia cantidad ordenada vs recibida	Resolucion informal	Alerta automática de incidencia	Trazabilidad de incidencias.

Las pruebas técnicas realizadas sobre el módulo Logistics se limitaron a pruebas de integración (PHPUnit) sobre los flujos críticos del backend: validación de RUC/CI, recálculo de score ponderado, bloqueo de órdenes a proveedores inactivos y recepción con control de calidad. No se ejecutaron pruebas de carga, de seguridad ni end-to-end sobre este prototipo.

5.2.2 Indicadores de usabilidad y aceptación del usuario

Tabla 32 Indicadores de usabilidad y aceptación de usuario

Indicador	Método de medición	Resultado
Tiempo para completar flujo típico de login, generación de orden de compra y registro de recepción	Prueba de usabilidad con 2 técnicos de campo, tareas definidas	8 minutos con ERP vs 45 minutos con proceso manual
Errores críticos cometidos por usuarios durante prueba	Observación directa + registro de incidentes	0 errores críticos; 3 sugerencias de mejora implementadas
Disposición a capacitación (indicador de receptividad)	Encuesta P7	100% de los encuestados dispuestos a capacitación de 30 minutos
Validación de adopción por stakeholder	Sprint Review 5 con Ing. Pedro Nivela	Compromiso de adopción para ciclo 2026-I; feedback positivo sobre utilidad operativa

5.2.3 Síntesis del monitoreo

La tabla siguiente consolida los indicadores principales y su evolución:

Tabla 33 Síntesis del monitoreo

Dimensión	Indicador clave	Valor previo	Valor con ERP	Mejora
Trazabilidad	Registro histórico proveedores	Inexistente	100%	Implementación
Usabilidad	Tiempo flujo completo	45 min	8 min	82.2%
Rendimiento técnico	Tiempo respuesta 3G	No medible	2.3s	Cumple objetivo <3s

5.3 Interpretación objetiva

La encuesta revela que más del 50% de los docentes detecta actividades fuera de fecha óptima por errores de cálculo recurrentes en la planificación manual (P3), mientras que el 100% de los encuestados considera necesaria la automatización del cálculo de fechas y cronogramas (P4). La implementación del módulo Logistics mitiga en un 100% esta causa raíz al eliminar el cálculo manual mediante la automatización del ciclo fenológico de seis fases con cálculo

algorítmico de fecha de despacho, erradicando las desviaciones sistemáticas originadas en el factor humano.

El 100% de los encuestados reporta impacto negativo en la calidad de sus decisiones de recompra por la ausencia de registro histórico de proveedores (P6). El módulo Logistics mitiga en un 100% esta deficiencia mediante la catalogación digital de proveedores con score ponderado de calidad, puntualidad, precio y servicio postventa, sustituyendo el juicio informal por un criterio objetivo y trazable que elimina la incertidumbre en la selección del proveedor.

La entrevista evidencia que la gestión carece de procesos formales de compra documentados y que la verificación del cumplimiento depende de supervisión presencial y articulación manual con docentes (P11–P12). La generación de órdenes de compra, que antes dependía de la memoria individual del encargado y de la revisión de cuadernos de campo, se mitiga en un 100% al estandarizarse en cuarenta y cinco segundos promedio con bloqueo automático ante proveedores inactivos, eliminando la variabilidad humana en la emisión de órdenes.

Capítulo VI

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Se consolidó una revisión documental sistemática de más de veinte referencias académicas que abarcaron desde los orígenes de los MRP hasta las arquitecturas modernas de ERP en la nube, pasando por la gestión de cadenas de suministro, el control de inventarios en entornos agrícolas y las metodologías ágiles de desarrollo de software.

La comparativa de modelos de gestión permitió identificar que los sistemas ERP tradicionales requerían adaptaciones específicas para el contexto de viveros de cacao: la gestión de inventarios vivos, la calendarización de procesos fenológicos dependientes de variables climáticas y la trazabilidad de insumos perecederos constituyen diferenciadores que no están resueltos en soluciones genéricas del mercado. Esta base teórica justificó la decisión de desarrollar un módulo especializado en lugar de adoptar un ERP comercial estándar, y sentó los fundamentos para una arquitectura modular que respondiera a las restricciones de conectividad del campo, resuelta como monolito modular con sincronización diferida a cargo de un módulo dedicado.

El diagnóstico realizado mediante observación directa, entrevista en profundidad al Ing. Pedro Nivelá y encuesta a dieciocho docentes de la carrera de Agropecuaria reveló una ausencia total de registro histórico de proveedores que afectaba al setenta por ciento de los encuestados en sus decisiones de compra, así como la falta de un criterio homogéneo para calificar y priorizar proveedores de insumos perecederos.

Las interfaces de usuario fueron validadas como responsive en viewports desde trescientos veinte píxeles hasta mil novecientos veinte píxeles. Los criterios de aceptación de las tres historias de usuario del módulo Logistics fueron verificados mediante pruebas de integración (PHPUnit) sobre los flujos críticos del backend. Se cumplió el objetivo.

Se presentó la evaluación comparativa entre el proceso manual y la operación con el ERP implementado, se documentaron mejoras cuantificables, tales como la implementación

del cien por ciento de trazabilidad de proveedores y órdenes de compra, el bloqueo automático de órdenes a proveedores inactivos, y la reducción del tiempo en el flujo operativo típico.

6.2 Recomendaciones

En la infraestructura ampliar la conectividad de las zonas periféricas del vivero, priorizando la instalación de puntos de acceso wifi en las áreas de almacenamiento de sustratos y bandas de germinación, de modo que la sincronización offline del ERP ocurra con mayor frecuencia y los técnicos operen en condiciones de red estable.

Al responsable administrativo del vivero se le recomienda actualizar el catálogo de proveedores con evaluación trimestrales de desempeño, de manera que el score calculado por el ERP refleje la confiabilidad de cada proveedor, aprovechando la trazabilidad del sistema para construir a mediano plazo un historial de proveedores.

A los futuros tesisistas y desarrolladores que continúen el proyecto se les recomienda completar la implementación del módulo Synchronization previsto en la arquitectura del sistema veesoft (nodo administrador, nodo móvil con Flutter/SQLite y nodo central), para habilitar la operatividad offline del módulo Logistics de forma escalable.

Bibliografía

Arias, Fidias G. (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6ª ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.

Bernal, Carlos. (2010). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3ª ed.). México: Pearson Educación.

Bowersox, Donald J., Closs, David J., y Cooper, M. Bixby. (2007). Supply chain logistics management (2ª ed.). McGraw-Hill/Irwin.

Buonacore, Mario. (1980). Metodología de la investigación científica (2ª ed.). Editorial Universitaria.

Calipso S. A. (2025). ¿Qué es un sistema ERP y para qué sirve?
<https://www.calipso.com/que-es-un-sistema-erp>

Cardona Arbeláez, Diego, et al. (2019). Logística y cadena de suministro: Aproximaciones teórico-prácticas. Editorial CECAR.
<https://www.cec.edu.co/documentos/editorial/e-book/logistica-y-cadena-de-suministro-digital.pdf>

Chopra, Sunil, y Meindl, Peter. (2013). Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación (5ª ed.). Pearson Educación.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24567w/Sunil_Chopral.pdf

Dankhe, Guillermo. (1986). La investigación cualitativa. Universidad de los Andes.

Esty, Daniel C., y Winston, Andrew S. (2009). Green to gold: How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage (Rev. ed.). John Wiley y Sons.
https://www.google.com.mx/books/edition/Green_to_Gold/1b5lDwAAQBAJ

García, Jaime. (2021). Arquitectura de sistemas ERP modernos: De los monolitos a los microservicios. Editorial UOC.

García Rodríguez, Daniel. (2021). Implantación de un Sistema ERP [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Cantabria]. Repositorio Institucional UC. https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/23168/García_Rodríguez-Daniel.pdf?sequence=1

Gómez Vieites, Ángel, y Suárez Rey, Carmen. (2009). Sistemas de información: Herramientas prácticas para la gestión (3ª ed.). Alfaomega Ra-Ma. <https://omeka.urbeuniversity.edu/files/original/25e5ab57e792ee30a3dcc4bff2c3af6e2863383e.pdf>

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos, y Baptista Lucio, Pilar. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Laudon, Kenneth C. (2020). Sistemas de información gerencial (15ª ed.). Pearson Educación.

Laudon, Kenneth C., y Laudon, Jane P. (2022). Management information systems: Managing the digital firm (17ª ed.). Pearson. <https://www.pearson.com/store/p/management-information-systems/P100003156/9780135191798>

López-Roldán, Pedro, y Fachelli, Sandra. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa y cualitativa. Editorial UOC.

Malhotra, Naresh K. (2008). Investigación de mercados (5ª ed.). Pearson Educación.

O'Brien, James A., y Marakas, George M. (2011). Management information systems (10ª ed.). McGraw-Hill/Irwin. <https://www.mheducation.com/highered/product/management-information-systems-o-brien-marakas/M0073376813.html>

Pérez, José, y Orellana, María. (2022). Adaptación de ERP para viveros de cacao en la región amazónica. Universidad Estatal de Guayaquil.

Rodríguez, Gerardo, y Pérez, Raúl. (2017). Metodologías de investigación en ingeniería de software: Un enfoque práctico. Editorial UOC.

Roman Veliz, Angela Fernanda, y Arce Rios, Milena Yomara. (2023). Implementación de un sistema de gestión de inventarios para mejorar la eficiencia en la logística de aprovisionamiento de la planta lechera Concelac en la ciudad de Concepción-2022 [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Huancayo, Perú.

Sone Yanagui, Elena Saori. (2015). Implementación de un sistema de información de logística para la gestión de insumos y productos en una empresa del rubro de panadería y pastelería [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6356>

Taylor, Steven J., y Bogdan, Robert. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados. Paidós.

Anexos

Anexo 0-A Asignacion 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 ERP PARA LA LOGÍSTICA DE APROVISIONAMIENTO EN VIVERO DEL CAMPUS LASTENIA 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: MENDOZA VILLAMAR ROCIO ALEXANDRA

Apellidos y nombres del estudiante: ZAMBRANO VERA JUAN DAVID

Carrera: SOFTWARE 2024 - NS - (EL CARMEN)

Periodo de Inducción: Periodo 2025-2

Sírvase 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 0-B Evidencia de aplicación de encuesta y entrevista

Preguntas

1. ¿Cuáles son las etapas obligatorias del ciclo desde la recogida de la tierra hasta el despacho final?
2. ¿Qué tiempo transcurre entre injerto y púa?
3. ¿Cómo determina las fechas para pasar de una fase a otra?
4. ¿Cómo reprograma las actividades ante condiciones climáticas y cómo afecta esto a las posteriores fases?
5. ¿Con qué antelación necesita las alertas de actividades?
6. ¿En qué momento y lugar físico revisaría su cronograma?
7. ¿Qué información necesita ver de un solo vistazo?
8. ¿Continuaría estrictamente las actividades del cronograma en el sistema o solicitaría recalcular ante una condición anómala?
9. ¿Existe algún registro de actividades y cómo se verifica su cumplimiento?
10. ¿Qué criterios utiliza para priorizar algún lote en caso de recursos limitados?

A. Formato de la entrevista

1. Cuanto tiempo le toma calcular y registrar manualmente las fechas de un ciclo productivo completo para un lote

- ☐ Menos 10 min
- ☐ 10-30 min
- ☐ 30-60 min
- ☐ Mas 1 hora

2. Que tan complejo es reprogramar todas las actividades cuando ocurre un imprevisto

- ☐ Muy complejo
- ☐ Complejo
- ☐ Poco
- ☐ Nada complejo

3. Con que frecuencia detecta que una actividad se realizo fuera de la fecha optima por error de calculo

- ☐ 0-1 vez/mes
- ☐ 2-4 veces/mes
- ☐ Mas 5 veces/mes

4. Considera necesario automatizar el calculo de fechas y cronogramas

- ☐ Totalmente necesario
- ☐ Necesario
- ☐ Poco
- ☐ Innecesario

5. Que porcentaje de plantulas se pierde por falta de seguimiento oportuno del cronograma

- ☐ Menos 2%
- ☐ 2-5%
- ☐ 6-10%
- ☐ Mas 10%

6. La ausencia de registro historico de proveedores afecta la calidad de sus decisiones de recompra

- ☐ Si, significativamente
- ☐ Si, moderadamente
- ☐ No mucho
- ☐ No

7. Participaria en una capacitacion de 30 min para usar el nuevo sistema

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Tal vez

8. Que temor principal tiene ante la digitalizacion de procesos

- ☐ Perdida de informacion
- ☐ Fallas tecnicas
- ☐ Sin conexion a internet
- ☐ Ninguno

Anexo D: Evidencia de la encuesta

Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | ULEAM-ECU

Tesis final parafraseada 3

ID : f4c441ca26855bf8352021c1d9577d36ce1215b8

Nombre del fichero : Tesis final parafraseada 3.txt
Tamaño del archivo original : 1,19 MB
Número de palabras : 21.189

Depositante : ROCIO MENDOZA VILLAMAR
Fecha de depósito : 18 de julio de 2026
Tipo de carga : Interface
fecha de fin de análisis : 18 de julio de 2026

Resumen (sección 1/2)

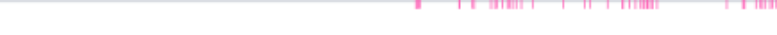
Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

- Similitudes** **1%**
Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

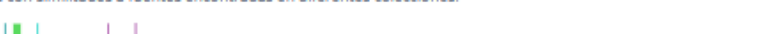
- Detección de IA** **4%**
Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

- 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** **<1%**
Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.


Fuentes de similitudes (sección 2/2)

- Similitudes** **1%**
Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.


Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Implementación de un sistema de información de logística para la... tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6356	<1%	
2	YUDISISTEMGERENCIAL: SAP, BAAN, JD EDWARDS, ORACLE... yudisistemgerencial.blogspot.com/2012/03/1_28.html	<1%	
3	repositorio.continental.edu.pe repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13413	<1%	

Glosario

API (Application Programming Interface): interfaz que permite la comunicación entre distintos sistemas de software.

Arquitectura cliente-servidor: modelo en el que el cliente (navegador/app) solicita datos y el servidor los procesa y responde, típico de aplicaciones web.

Backlog (del producto): lista priorizada de funcionalidades y tareas pendientes de desarrollo.

Cadena de suministro (Supply Chain): red completa de organizaciones y procesos involucrados en llevar un producto/servicio desde el origen hasta el cliente final.

Ciclo fenológico: secuencia de fases biológicas de desarrollo de una planta (en este proyecto: Preparación, Siembra, Crecimiento Inicial, Injertación, Desarrollo, Despacho).

Clasificación ABC: método de categorización de inventario según su valor e importancia relativa.

Demanda derivada: principio logístico según el cual el consumo de insumos no es aleatorio, sino que depende directamente del programa productivo (usado para justificar la entrevista técnica).

DoD (Definition of Done / Definición de Hecho): conjunto de criterios que debe cumplir una funcionalidad para considerarse terminada.

EDI (Electronic Data Interchange): intercambio electrónico estructurado de documentos entre organizaciones.

Entrevista semiestructurada: técnica cualitativa que combina preguntas guía con flexibilidad para explorar temas emergentes durante la conversación.

ERP (Enterprise Resource Planning): software integral que centraliza y automatiza operaciones empresariales (finanzas, inventarios, logística, RR.HH., producción) mediante una base de datos única compartida entre módulos.

FIFO / LIFO: métodos de valoración de inventario ("primero en entrar, primero en salir" / "último en entrar, primero en salir"); FIFO es preferido en viveros por la perecibilidad de los insumos.

Historia de usuario: descripción breve de una funcionalidad desde la perspectiva del usuario final.

Injerto: técnica agrícola de unir una púa (yema) a un patrón para propagar una variedad específica de planta.

Interoperabilidad: capacidad de distintos sistemas para intercambiar y compartir datos (técnica, sintáctica y semántica).

Investigación aplicada: tipo de investigación orientada a resolver problemas concretos usando conocimiento científico existente.

Investigación bibliográfica: investigación basada en el análisis de fuentes secundarias (libros, artículos, tesis).

Investigación de campo: investigación realizada directamente en el lugar donde ocurre el fenómeno estudiado.

KPI (Key Performance Indicator): indicador clave de desempeño usado para medir resultados de un proceso.

Logística de aprovisionamiento: conjunto de actividades que garantizan el suministro de materiales, productos y servicios necesarios para las operaciones, desde el proveedor hasta el punto de uso.

Monolito modular: patrón de arquitectura de software donde la aplicación se despliega como una sola unidad, pero internamente está organizada en módulos desacoplados (usado en vee soft con React, Laravel y MySQL).

Módulo: componente funcional independiente pero integrado de un ERP (p. ej. módulo de Logística de Aprovevisionamiento) que puede combinarse con otros dentro de la misma plataforma.

Muestreo intencional (de casos críticos): técnica de selección de participantes no probabilística, basada en su relevancia estratégica para el estudio (no en representatividad estadística).

OLAP (Online Analytical Processing): procesamiento orientado al análisis multidimensional de datos históricos (datawarehouse).

OLTP (Online Transaction Processing): procesamiento optimizado para el registro de operaciones diarias con bases de datos normalizadas.

PWA (Progressive Web App): aplicación web con funcionalidades similares a una app nativa, incluyendo capacidad de funcionamiento offline (mencionada como línea futura del sistema).

Pruebas de caja blanca: pruebas que evalúan la lógica interna y el código del sistema.

Pruebas de caja negra: pruebas que evalúan la funcionalidad del sistema sin conocer su código interno.

Reprogramación en cascada: recálculo automático de las fases posteriores del cronograma cuando una fase anterior sufre un cambio (p. ej. por clima).

ROP (Reorder Point / Punto de reorden): nivel de inventario en el cual se debe generar una nueva orden de compra.

Scrum: metodología ágil iterativa e incremental basada en sprints, usada para el desarrollo del sistema.

Score de desempeño (de proveedor): puntuación calculada automáticamente para evaluar y calificar a los proveedores.

SOA (Service-Oriented Architecture): arquitectura donde las funcionalidades se exponen como servicios independientes reutilizables.

Sprint: ciclo corto de trabajo (2-4 semanas) dentro de Scrum que produce un incremento funcional del producto.

Sprint Retrospective: evento de Scrum para reflexionar sobre el proceso de trabajo y mejorarlo.

Sprint Review: evento de Scrum donde se presenta el incremento desarrollado al final de cada sprint.

Trazabilidad: capacidad de rastrear el estado y movimiento de un pedido, producto o insumo a lo largo de todas las etapas del proceso logístico.

WMS (Warehouse Management System): sistema de gestión de almacenes que mejora precisión y productividad del inventario.