



Uleam

Extensión El Carmen

**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 DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA CON
QR/BARRAS PARA GESTIÓN DEL INVENTARIO DE
HERRAMIENTAS EN VIVERO DE CACAO ULEAM EL CARMEN**

**LEON CHAMBA MARCO ANTONIO
AUTOR**

**ING. MENDOZA VILLAMAR ROCIO ALEXANDRA
TUTOR**

EL CARMEN, AGOSTO 2026

Uleam

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 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 **LEON CHAMBA MARCO LEON**, 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 DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA CON QR/BARRAS PARA GESTION DEL INVENTARIO DE HERRAMIENTAS EN VIVERO DE CACAO 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 3 de agosto del 2026.

Lo certifico,


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

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Extensión El Carmen
Carrera de Ingeniería en Software

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título del Trabajo de Titulación:

Sistema de Identificación Automática con Qr/Barras para gestión del inventario de herramientas en vivero de cacao Uleam el Carmen

Modalidad:

Proyecto Integrador

Autor:

León Chamba Marco Antonio

Tutor:

Ing. Mendoza Villamar Rocío Alexandra

Tribunal de Sustentación:

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

Fecha de Sustentación:

26 de agosto de 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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 de Identificación Automática con QR/Barras para Gestión del Inventario de Herramientas en Vivero de Cacao Uleam El Carmen, corresponde exclusivamente a Leon Chamba Marco Antonio, C.I.1727559229. Los derechos patrimoniales de la misma corresponden a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.



Leon Chamba Marco Antonio
CI. 1727559229

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios, por ser mi guía espiritual y fortaleza en cada paso de este camino académico, iluminando mi sendero hacia el conocimiento y la sabiduría.

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante que han sido el fundamento de todos mis logros. Su confianza en mí ha sido el motor que me impulsa a alcanzar mis metas.

A mis hermanos y familiares, quienes con su paciencia, comprensión y palabras de aliento han hecho posible la culminación de esta etapa importante de mi formación profesional.

Finalmente, a los docentes que me dieron la mano en toda mi formación académica, sobre todo a esos que de verdad comparten lo que saben con pura pasión y dedicación.

Leon Marco

AGRADECIMIENTO

Durante todo el trayecto de este proyecto integrador he tenido la suerte de contar con el apoyo incondicional de muchísimas personas y también de instituciones que, la verdad, fueron súper fundamentales para que esto salga bien. Es por eso que quiero reconocer y agradecerle a cada uno de ellos.

Primero que nada, le expreso mi agradecimiento más profundo a mi familia. Ellos han sido el pilar más fuerte en todo este tiempo de formación. A mis papás, por tenerme tanta paciencia, por comprenderme y por ese apoyo económico que me dejó seguir estudiando. Gracias por todas esas veces que sacrificaron su propio tiempo y comodidad solo para apoyarme, dándome el espacio y la tranquilidad que necesitaba para poder concentrarme en mi trabajo. Sus palabras de aliento cuando estaba dudando fueron literalmente el combustible para no rendirme. A mis hermanos, por ser mis confidentes cuando las cosas se ponían difíciles y por siempre creer en lo que yo podía hacer.

A mi Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, por haberme abierto las puertas y darme la gran oportunidad de estudiar para ser ingeniero de software. Sobre todo a la Extensión en El Carmen, lugar donde pude vivir experiencias que enriquecieron mi vida académica y que me ayudaron a moldear mi forma de ver la ingeniería aplicada en la vida real.

A mi tutora, la Ing. Rocío Alexandra Mendoza Villamar. Su dirección siempre tan experta, sus observaciones críticas y su forma tan rigurosa de guiarme en la metodología fueron claves para poder estructurar y sacar adelante esta investigación. Todo ese compromiso que tiene con la excelencia, su buena disposición para sacarme de dudas a cualquier hora y su forma de hacerme reflexionar sobre lo que hacía.

Leon Marco

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	IV
TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 Presentación del tema	1
1.3 Ubicación y Problematicación de la problemática	2
1.4 Planteamiento del Problema	2
1.4.1 Problematicación	3
1.4.2 Génesis del problema	3
1.4.3 Estado actual del problema	5
1.5 Diagrama causa-efecto del problema.....	7
1.6 Objetivos	7
1.6.1 Objetivo general.....	7
1.6.2 Objetivos específicos.....	7
1.7 Justificación	8
1.8 Impactos esperados	9
1.8.1 Impacto tecnológico	9
1.8.2 Impacto social	10
1.8.3 Impacto ecológico	10
CAPÍTULO II	12
2 MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes Históricos de Tecnologías AIDC en Contextos Agrícolas	12
2.2 Antecedentes de investigaciones	12
2.3 Definiciones conceptuales	13
2.3.1 Sistema de Identificación Automática y Captura de Datos	13
2.3.2 Gestión de Inventario de Herramientas en Viveros Agrícolas	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
2.3.3 Gestión de Inventarios en Entornos Agrícolas	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
2.3.4 Control y Trazabilidad de Activos	16
2.3.5 Metodología propuesta	18
2.4 Conclusiones	19

CAPÍTULO III	21
3 MARCO INVESTIGATIVO.....	21
3.1 INTRODUCCION	21
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	21
3.2.1 Investigación bibliográfica o documental	21
3.2.2 Investigación de campo	22
3.2.3 Investigación aplicada	22
3.3 Métodos de investigación	23
3.3.1 Método inductivo.....	23
3.3.2 Método deductivo.....	23
3.3.3 Método analítico	24
3.3.4 Método sintético	24
3.4 Fuentes de información de datos	25
3.4.1 Fuentes primarias	25
3.4.2 Fuentes secundarias.....	25
3.5 Estrategia operacional para la recolección de datos	26
3.5.1 Población – Segmentación – Tamaño de la muestra	26
3.5.2 Análisis de las herramientas de recolección de datos.....	27
3.5.3 Plan de recolección de datos	28
3.6 Análisis y presentación de datos	29
3.6.1 Tabulación y análisis de datos	29
3.6.2 Presentación y descripción de los resultados obtenidos	32
3.6.3 Informe final del análisis de los datos	33
Capítulo IV.....	35
4 Marco propositivo (Elaboración de la propuesta).....	35
4.1 Introducción	35
4.2 Descripción de la propuesta	35
4.3 Determinación de recursos.....	36
4.3.1 Humanos	36
4.3.2 Tecnológicos.....	36
4.3.3 Económicos (presupuesto)	37
4.4 Etapas de acción para el desarrollo de la propuesta metodología Scrum	37
4.4.1 Descripción del Producto	37
4.4.2 Historias de Usuario	38
4.4.3 Diseño del sistema / Descripción Técnica	41
4.4.4 Descripción Técnica / Arquitectura del sistema	49
4.4.5 Roles y Responsabilidades	53
4.4.6 Planificación del Sprint.....	53
4.4.7 Backlog del Producto	59
4.4.8 Interfaz de Usuario (UI) / Prototipos	69
4.4.9 Definición de Hecho	72
4.4.10 Diseño Scrum	73
4.4.11 Procesos de Pruebas.....	81
4.4.12 Incremento y Entregable	82
4.4.13 Procesos de implementación del sistema	83
CAPITULO V.....	85
5 Evaluación de resultados	85
5.1 Introducción	85
5.2 Presentación y monitoreo de resultados	85
5.2.1 Resultados del Sistema de Identificación	86
5.2.2 Evaluación del cumplimiento de objetivos.....	86
CAPITULO VI.....	91

6	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
6.1	Conclusiones	91
6.2	Recomendaciones	92
	<i>Bibliografía</i>	92
	<i>GLOSARIO</i>	104
	<i>ANEXOS</i>	98
	<i>Anexo A: Asignación de tutor</i>	98
	<i>Anexo B: Reporte del sistema antiplagio.</i>	103
	<i>Anexo C: Fotografías</i>	99
	<i>Anexo D: Evidencia de aplicación de encuestas y entrevista</i>	100
	<i>Anexo E: Formato de la encuesta</i>	100
	<i>Anexo F: Formato de la entrevista</i>	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de recolección de datos de encuesta y entrevista.....	29
Tabla 2: Tabulación y análisis de los datos de encuesta	31
Tabla 3: Tabulación y análisis de los datos la entrevista	32
Tabla 4: Recursos humanos	36
Tabla 5: Presupuesto Hardware.....	36
Tabla 6: Presupuesto Software	37
Tabla 7: Presupuesto Económico	37
Tabla 8: Usuarios Objetivos	38
Tabla 9: Historia de Usuario HU01.....	39
Tabla 10: Historia de Usuario HU02.....	39
Tabla 11: Historia de Usuario HU03.....	40
Tabla 12: Historia de Usuario HU04.....	40
Tabla 13: Historia de Usuario HU05.....	41
Tabla 14: Caso de uso Crear Identificación.....	42
Tabla 15: Caso de uso Solicitar Préstamo.....	43
Tabla 16: Caso de uso Solicitar Devolución	44
Tabla 17: Caso de uso Consultar Historial	44
Tabla 18: Entidades de la base de datos del sistema.....	49
Tabla 19: Tecnologías utilizadas en el sistema	51
Tabla 20: Roles y Responsabilidades.....	53
Tabla 21: Gestión de datos	55
Tabla 22: Generación de identificadores.....	56
Tabla 23: Solicitud de préstamos	57
Tabla 24: Solicitud de devolución.....	58
Tabla 25: Reportes.....	59
Tabla 26: Backlog del producto inicial	61
Tabla 27: Backlog del producto Sprint 1.....	63
Tabla 28: Backlog del producto Sprint 2.....	65
Tabla 29: Backlog del producto Sprint 3.....	67
Tabla 30: Backlog del producto Sprint 4 - Final	69
Tabla 31: Casos de prueba funcionales del sistema.....	82
Tabla 32: Pruebas de usabilidad del sistema web	82

<i>Tabla 33: Incrementos entregados por Sprint</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 34: Comandos de instalación y configuración del sistema</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 35: Resultados del sistema de identificación automática</i>	<i>86</i>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Diagrama causa-efecto del problema.....</i>	<i>7</i>
<i>Ilustración 2: Caso de uso Crear Identificación</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 3: Caso de uso Solicitar Préstamo</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 4: Caso de uso Solicitar Devolución.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 5: Caso de uso Consultar Historial</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 6: Diagrama de Secuencia: Generar Identificador.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 7: Diagrama de Secuencia: Generar Préstamo de herramienta.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 8: Diagrama de Secuencia: Generar Devolución de herramienta</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 9: Diagrama de Secuencia: Generar Devolución de herramienta</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 10: Diagrama de Estado: Herramienta</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 11: Diagrama de estado: Préstamo</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 12: Diagrama de estado: Devolución.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 13: Diagrama base de datos del sistema</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 14: Diagrama de Arquitectura del Sistema Web.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 15: Mapa del sistema</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 16: Pantalla de Gestión de Herramientas (ToolsPage)</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 17: Pantalla de generación de etiqueta QR y código de barras</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 18: Pantalla de Escáner (ScannerPage).....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 19: Pantalla de detalles de herramienta (ToolDetailsModal).....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 20: Módulo de Historial de Movimientos (MovementsPage)</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 21: Módulo de Reportes del Sistema (ReportsPage)</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 22: Migración de la tabla tools con código único y soft deletes</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 23: ToolService: creación de herramienta con registro de movimiento .</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 24: Búsqueda en tiempo real con debounce e indicadores visuales de estado</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 25: Generación de código QR con qrcode.js con tamaño configurable ..</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 26: Generación de código de barras CODE128 con jsbarcode.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 27: Impresión directa de etiqueta desde el navegador</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 28: Componente WebScanner: escáner de QR y códigos de barras</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 29: Endpoint GET /api/v1/tools/code/{code}</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 30: ToolService: actualización de estado y registro de movimiento</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 31: Historial de movimientos con tipos de evento y colores</i>	<i>80</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>ANEXOS.....</i>	<i>98</i>
<i>Anexo A: Asignación de tutor</i>	<i>98</i>
<i>Anexo B: Fotografías</i>	<i>99</i>
<i>Anexo C: Evidencia de aplicación de encuestas y entrevista</i>	<i>100</i>
<i>Anexo D: Formato de la encuesta</i>	<i>100</i>
<i>Anexo E: Formato de la entrevista.....</i>	<i>102</i>
<i>Anexo F: Reporte del sistema antiplagio.....</i>	<i>103</i>

RESUMEN

Gestionar mal los recursos materiales en el campo hace que sea complicado llevar un control operativo del día a día y tener trazabilidad. Este trabajo de titulación trata sobre cómo se desarrolló e implementó un Sistema de Gestión de Inventario web, pensado específicamente para las necesidades del Vivero de Cacao de la ULEAM, en la extensión El Carmen. La meta principal de esta investigación es automatizar el control de todas las herramientas, los insumos y los procesos operativos, como los préstamos, las devoluciones y los mantenimientos, mediante tecnologías actuales. Para lograrlo, decidimos usar una arquitectura modular de tipo Cliente-Servidor. El backend se construyó usando el framework Laravel 11 con el patrón Repository-Service, mientras que el frontend se hizo con React 18 y TypeScript usando el patrón MVVM.

Este sistema resalta porque puede generar automáticamente identificadores (códigos QR y códigos de barras CODE128) e integra un escáner web en tiempo real que usa la misma cámara del celular. Esto ayuda mucho a optimizar cómo se asignan y reciben las herramientas. Para que la comunicación sea segura, se utiliza una API REST que está protegida con tokens JWT (usando Laravel Sanctum) y se conecta a una base de datos SQLite manejada por el ORM Eloquent. Al implementar esto, los resultados nos mostraron que mejoraba bastante la precisión en el historial de los movimientos. Además, baja los tiempos que se toman para hacer préstamos o devoluciones y genera reportes muy fiables, garantizando que se administre bien y se cuiden los activos que tiene el vivero.

Palabras clave: Sistema de Inventario, Laravel, React, Código QR, Cliente-Servidor.

ABSTRACT

Managing material resources poorly in agricultural fields makes it very hard to keep track of daily operations and maintain traceability. This graduation project details the development and implementation of a web-based Inventory Management System, designed specifically for the needs of the ULEAM Cacao Nursery at the El Carmen extension. The main goal of this research was to automate the control of tools, supplies, and operational processes—like loans, returns, and maintenance—by using modern technologies. To do this, we decided to use a modular Client-Server architecture. The backend was built using the Laravel 11 framework with the Repository-Service pattern, while the frontend was developed using React 18 and TypeScript under the MVVM pattern.

This system stands out because it can automatically generate identifiers (like QR Codes and CODE128 Barcodes) and it integrates a real-time web scanner that just uses the mobile phone camera. This really helps to optimize how tools are given and received. To keep communication safe, it uses a REST API protected with JWT tokens (through Laravel Sanctum), connecting to a SQLite database managed by Eloquent ORM. After implementing this, the results showed a really big improvement in how accurate the movement history is. Also, it cuts down the time it takes to process loans and returns, and generates reliable reports. All of this makes sure the nursery's assets are well managed and preserved.

Keywords: Inventory System, Laravel, React, QR Code, Client-Server

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCIÓN

La propuesta consiste en desarrollar e implementar un sistema especializado de identificación automática mediante códigos QR y códigos de barras para la gestión de inventario de herramientas dentro del vivero de cacao del Campus Lastenia, extensión El Carmen. Este sistema integra de manera coherente la gestión de herramientas, el control de inventarios y la administración tecnológica bajo una plataforma digital centralizada.

La Identificación Automática y Captura de Datos (o AIDC por sus siglas en inglés) es prácticamente un conjunto de métodos tecnológicos para poder automatizar el proceso de identificar los objetos y recopilar los datos que están relacionados con ellos. Esto ayuda a eliminar la necesidad de estar ingresando los datos manualmente, lo cual siempre toma mucho tiempo y es inseguro. Estas tecnologías AIDC, en las que entran los códigos de barras, el RFID y el reconocimiento de caracteres, ya se han consolidado como soluciones maduras y súper probadas para poder optimizar cómo se manejan los inventarios en distintos tipos de organizaciones.

El propósito principal de implementar este sistema es contribuir a mejorar la eficiencia operativa y administrativa en el campus, mediante un control más preciso de los procesos relacionados con el registro, préstamo y devolución de herramientas. La incorporación de tecnologías de identificación automática permite reducir la dependencia de registros manuales y disponer de información más oportuna para el seguimiento de los activos.

1.2 Presentación del tema

El proyecto consiste en desarrollar e integrar un sistema especializado en identificación automática con tecnologías AIDC para la gestión del inventario de las herramientas dentro de un vivero dentro del Campus Lastenia, extensión El Carmen, integrando de manera coherente la gestión de herramientas, el control de inventarios y la administración de herramientas bajo un sistema tecnológico.

Mejorar cómo operamos y administramos las herramientas en el campus. Nos interesa poder controlar bien cuándo salen y cuándo entregan las cosas, demorarnos mucho menos haciendo los inventarios y optimizar qué tan eficientes somos con el equipo.

1.3 Ubicación y Problematicación de la problemática

El vivero de cacao experimental, ubicado en el Campus Lastenia, provincia de Manabí, cantón El Carmen, Ecuador, es prácticamente un lugar dedicado a investigar y a que los alumnos desarrollen sus prácticas agrícolas. Este espacio es muy conocido por su producción de plántulas de cacao, la cual enfrenta desafíos y dificultades consistentes debido a factores como la trazabilidad y el almacenamiento, movimiento, registros, control y reportes de herramientas.

Donde los métodos tradicionales de gestión y almacenamiento no están equipados para enfrentar las problemáticas de manera eficiente. La dependencia de registros manuales y técnicas convencionales limita la capacidad operativa y de almacenamiento, provocando un retraso en actividades operativas y agrícolas.

1.4 Planteamiento del Problema

En el vivero de cacao que está en el Campus Lastenia, extensión El Carmen, se notan bastantes dificultades y limitaciones operativas. La mayoría de estos problemas vienen de estar

usando puros registros manuales y de no tener un buen sistema para gestionar el inventario. Estas fallas afectan directamente cómo se organizan las cosas, qué herramientas están disponibles y cómo se les hace seguimiento durante las labores productivas y académicas. Todo esto empeora porque siguen administrando el inventario a mano, que es poco exacto y muy fácil de cometer errores humanos. Al final, esto termina golpeando la eficiencia del vivero y poniendo en riesgo la calidad de lo que se enseña en este espacio de la universidad.

Hoy en día, el registro y control de las herramientas lo hacen simplemente anotando a mano en cuadernos o en hojitas de papel. Obviamente, este tipo de registros es muy vulnerable a que se pierdan, se dañen o tengan inconsistencias porque alguien se olvidó de anotar algo. Esto hace que sea muy difícil saber exactamente cuántas herramientas se están usando, cuáles están disponibles y en qué estado se encuentran.

Las zonas donde guardan las cosas no tienen un etiquetado estándar ni un orden lógico que ayude a encontrar rápido los implementos. Como siempre hay desorganización en los lugares donde se guardan las herramientas, la gente pierde mucho tiempo y se confunde buscando, lo que baja la productividad. Todo esto nos hace pensar si el personal de verdad puede mantener bien el control de lo que hay disponible, o si más bien la falta de una buena clasificación es lo que está causando que se pierdan herramientas y que nadie sepa en qué estado se encuentran.

1.4.1 Problematicación

Dentro del vivero de cacao de la ULEAM El Carmen se requiere mantener un control adecuado de las herramientas utilizadas en las diferentes actividades prácticas. Sin embargo, surgen varias preguntas relacionadas con la forma en que actualmente se administra la información: ¿cómo se identifica cada herramienta disponible en el vivero?, ¿cómo se conoce con certeza cuántas herramientas existen y dónde se encuentran?, ¿cómo se registra la entrega

y devolución de las herramientas cuando son utilizadas por estudiantes o encargados?, ¿cómo se puede conocer el estado en el que se encuentra cada herramienta?, ¿qué ocurre cuando una herramienta no es devuelta o presenta algún daño?, y cuánto tiempo se requiere para consultar la información relacionada con una herramienta determinada?

Estas situaciones dificultan mantener un seguimiento constante sobre los recursos disponibles y pueden generar diferencias entre la información registrada y la situación actual del inventario. Además, cuando no existe información actualizada y fácilmente verificable, resulta más complicado determinar la disponibilidad de una herramienta, conocer quién la tiene bajo su responsabilidad o identificar oportunamente aquellas que se encuentran extraviadas, deterioradas o fuera de servicio.

De igual manera, la ausencia de un control organizado de los movimientos de las herramientas puede ocasionar dificultades al momento de realizar préstamos, devoluciones y verificaciones periódicas. Esto puede generar demoras durante las actividades prácticas del vivero y aumentar la dependencia de los registros realizados por las personas encargadas, especialmente cuando se necesita consultar información específica sobre el inventario.

Ante esta situación, resulta necesario analizar: ¿de qué manera se está llevando actualmente el control de las herramientas del vivero de cacao de la ULEAM El Carmen?, ¿qué dificultades se presentan durante su identificación, registro, préstamo, devolución y seguimiento?, ¿con qué frecuencia se presentan inconsistencias en la información del inventario?, y ¿cómo afectan estas dificultades al desarrollo de las actividades prácticas y al aprovechamiento de los recursos disponibles?

1.4.2 Génesis del problema

El vivero de cacao del campus Lastenia nació como un espacio destinado a la práctica universitaria, la investigación aplicada y la proyección comunitaria. A pesar de su importancia, la gestión de las herramientas es ineficiente y nunca fue planificada con un sistema de control estructurado. Desde el inicio se adoptaron métodos manuales para el registro, control, almacenamiento y préstamo de los implementos, confiando en anotaciones básicas y en la experiencia del personal encargado.

Con la falta de un modelo de gestión, se genera que las actividades relacionadas con el inventario de herramientas se desarrollen de manera desordenada. Esto ha ocasionado la pérdida recurrente, el desconocimiento de los estados de los recursos, retrasos en los procesos prácticos y limitaciones para dar un uso responsable a los insumos disponibles en el vivero.

Como parte del crecimiento académico y de las actividades prácticas desarrolladas en el campus, se estableció el vivero de cacao como un espacio destinado a fortalecer la formación de los estudiantes y apoyar las actividades de investigación. A medida que fueron incrementándose las actividades y el uso de herramientas, también aumentó la necesidad de mantener un registro organizado de los recursos disponibles. Sin embargo, el control de estos bienes continuó dependiendo principalmente de anotaciones realizadas durante las actividades de entrega, recepción y almacenamiento, lo que dificultó mantener una correspondencia constante entre los registros y la situación real de las herramientas.

Esta situación se fue haciendo más evidente conforme aumentó la frecuencia de utilización de los implementos y la participación de estudiantes y encargados en las actividades del vivero. La información relacionada con la cantidad disponible, ubicación, estado, préstamos y devoluciones no siempre se encontraba consolidada, generando dificultades para realizar verificaciones y conocer oportunamente la situación de cada herramienta. Como consecuencia, el seguimiento de los recursos dependía en gran medida de la información proporcionada por

las personas responsables y de los registros disponibles en cada momento, dando lugar a inconsistencias, demoras en las consultas y dificultades para determinar el estado real del inventario.

1.4.3 Estado actual del problema

En la actualidad, el vivero de cacao del Campus Lastenia opera con múltiples deficiencias sistemáticas que obstaculizan la eficiencia operativa y económica. El control de herramientas se realiza mediante registros manuales inconsistentes, en los que el personal utiliza cuadernos o listas de papel que con frecuencia se extravían, se deterioran o contienen información desactualizada.

Actualmente, la gestión de las herramientas en el vivero de cacao presenta dificultades relacionadas con su identificación, ubicación, almacenamiento y seguimiento. No siempre es posible determinar con precisión cuántos implementos se encuentran disponibles, dónde están ubicados o cuál es su estado al momento de ser requeridos para las actividades prácticas.

Actualmente, los espacios donde guardan las cosas presentan un desorden casi generalizado. Las herramientas se dejan por ahí sin seguir ningún criterio técnico para organizarlas, no hay letreros ni señales que indiquen dónde va cada cosa, y encima el acceso no está supervisado. Toda esta desorganización hace que se pierda muchísimo tiempo cuando algún profesor o estudiante necesita buscar un implemento para su clase.

La ausencia de trazabilidad en los procesos de préstamo y devolución de herramientas crea un vacío de responsabilidad institucional. No se registra quién retira cada implemento, cuándo lo devuelve o en qué condiciones. Esta nula falta de control es lo que hace tan fácil que las cosas se pierdan, se dañen por usarlas mal, y hasta obliga a comprar herramientas sin necesidad, porque tal vez sí las tienen, pero nadie sabe dónde.

1.5 Diagrama causa-efecto del problema.

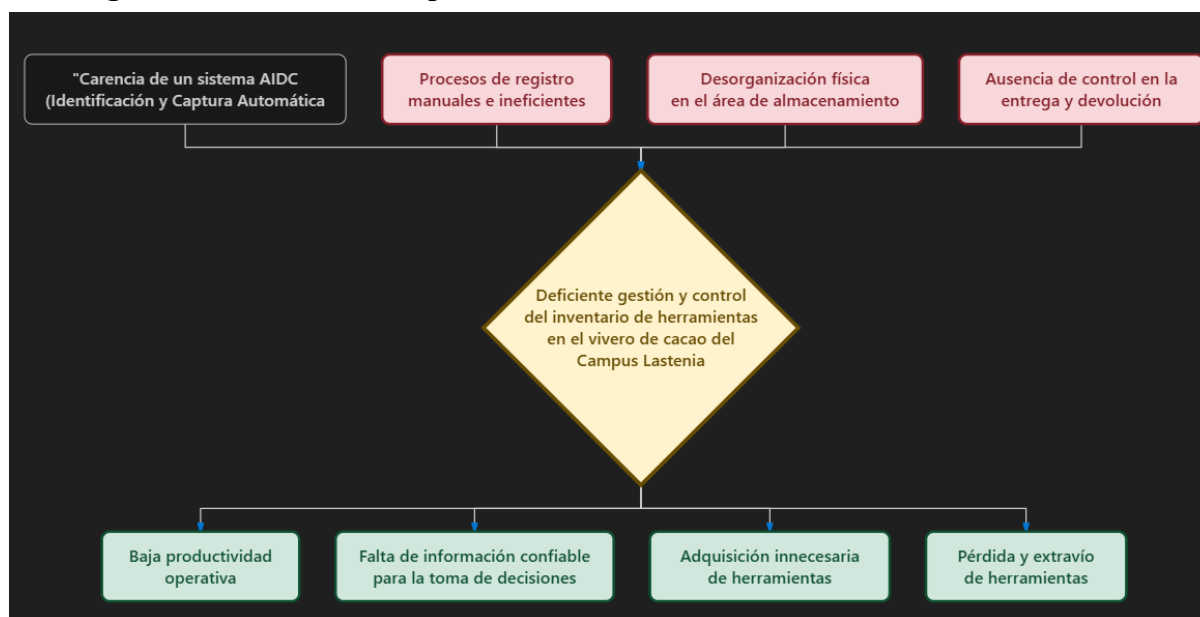


Ilustración 1: Diagrama causa-efecto del problema

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Poder desarrollar y poner en marcha un sistema AIDC (identificación automática y captura de datos) enfocado en la gestión del inventario de herramientas del Vivero de Cacao de la Uleam El Carmen.

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar toda la información bibliográfica y documental relacionada con la gestión de inventarios, el uso de sistemas automáticos con QR y códigos de barras, y cómo se emplean estas tecnologías para controlar herramientas en espacios académicos y de producción.
- Aplicar los diferentes métodos, técnicas y herramientas metodológicas para diagnosticar la situación actual del control del inventario en el vivero de cacao de la ULEAM El Carmen. Mediante la aplicación de entrevistas para la obtención de información que permitan el sustento del presente trabajo investigativo.

- Definir claramente qué requerimientos, tanto funcionales como técnicos, vamos a necesitar para poder desarrollar este sistema de identificación que nos deje registrar, controlar, prestar y devolver las cosas del vivero.
- Diseñar un sistema informático que use tecnología AIDC, estableciendo los requerimientos necesarios en el sistema informático con base en las necesidades presentadas, con la finalidad de facilitar los rastreos, la organización y la consulta del inventario, optimizando así todo lo que se hace en el vivero.
- Verificar que el sistema propuesto de verdad funcione y sea útil, evaluando si de verdad nos ayuda a mejorar el control, saber qué hay disponible y gestionar el inventario de forma más eficiente, mediante pruebas exhaustivas que evalúen su funcionalidad, confiabilidad, usabilidad y rendimiento.

1.7 Justificación

Manejar el inventario de herramientas del vivero de cacao de la ULEAM El Carmen tiene bastantes limitantes que vienen de estar usando puros procedimientos manuales para anotar y seguirles la pista a los implementos. Hacerlo así hace que sea muy difícil tener información confiable y rápida sobre qué hay disponible. Viendo toda esta problemática, desarrollar un sistema de identificación automática usando códigos QR y códigos de barras aparece como una excelente alternativa tecnológica para poder mejorar el control del inventario. Automatizar el registro nos va a permitir bajar los errores humanos y hacer que los préstamos sean rápidos. Implementar este nuevo sistema va a ayudar muchísimo a fortalecer cómo se gestiona el vivero por dentro. Ayudará a promover prácticas más organizadas y responsables que vayan de la mano con el uso de tecnologías de la información en la academia, fomentando una verdadera cultura de orden.

Ante esta problemática, el desarrollo de un sistema de identificación automática basado en códigos QR y de barras se plantea como una alternativa tecnológica viable y pertinente para mejorar el control del inventario. La automatización del registro y la trazabilidad de las

herramientas permitirán reducir errores humanos, optimizar los procesos de préstamo y devolución, y disponer de información actualizada que respalde la toma de decisiones, incluso en un entorno con condiciones operativas particulares como el vivero universitario.

Poner a funcionar este sistema va a ayudar un montón a fortalecer cómo se maneja el vivero internamente, promoviendo así prácticas que sean mucho más organizadas, responsables y que vayan de la mano con el uso de tecnologías de la información en la universidad. Al mismo tiempo, esto nos permitirá mejorar qué tan eficientes somos manejando los recursos, apoyará a las actividades de formación y, sobre todo, va a fomentar una real cultura de orden y control. Todo esto está súper alineado con lo que busca la ULEAM respecto a innovar, investigar y mejorar continuamente sus procesos.

1.8 Impactos esperados

La implementación de un sistema de Identificación Automática y Captura de Datos (AIDC) en el vivero de cacao del Campus Lastenia puede contribuir a mejorar la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la gestión de los procesos agrícolas mediante la digitalización y automatización de las actividades productivas (Bochtis et al., 2021)

En el Ecuador, donde la agricultura constituye un eje económico estratégico, estas innovaciones adquieren un valor crucial para mejorar la competitividad y optimizar el uso de recursos en instituciones formativas como la ULEAM extensión El Carmen.

1.8.1 Impacto tecnológico

Adoptar un sistema AIDC significa dar un gran paso para modernizar tecnológicamente al vivero. Pasar de usar cuadernos manuales a tener plataformas digitales nos permite capturar y procesar toda la información en tiempo real (Parras et al., 2023).

Metiendo códigos QR y barras en el manejo de las herramientas, el vivero va a poder establecer una cultura de administración que se base en datos que sí son confiables. En un lugar de formación como lo es la ULEAM El Carmen, poder digitalizar estos procesos no solo hace que todo sea más eficiente, sino que también ayuda a que los estudiantes se formen con competencias tecnológicas que sirven mucho para el mercado laboral.

Aquí en la zona agrícola de El Carmen, donde producir cacao mueve la economía, esta experiencia usando tecnologías seguras va a poder inspirar a que se aplique lo mismo en fincas privadas o proyectos de la comunidad.

1.8.2 Impacto social

Poner en marcha este sistema va a sumar muchísimo a mejorar las condiciones en las que se trabaja dentro del vivero. Fomentará prácticas más organizadas, donde todos colaboren y haya transparencia, ya que tener trazabilidad permite seguir de cerca y controlar bien los recursos que gastamos en la producción agrícola.

Estando en una institución de formación como la ULEAM El Carmen, digitalizar todo esto no solo nos hace trabajar más rápido, sino que también ayuda a que los estudiantes se lleven competencias tecnológicas que hoy en día valen oro en el mercado laboral de Ecuador. Y no solo eso, el proyecto ayuda directo a los profesores, técnicos y alumnos, porque tendrán un lugar confiable para controlar las herramientas, sin que se les pierdan y organizando mejor las clases.

Estando en una zona agrícola como El Carmen, donde hacer cacao mueve la plata, esta experiencia con tecnología de seguro va a inspirar a que se hagan cosas parecidas a futuro en fincas privadas, asociaciones o proyectos de la gente. Eso impulsaría a que se pasen a prácticas que sean más modernas y profesionales.

1.8.3 Impacto ecológico

Desde la dimensión ambiental, el sistema AIDC contribuye a la sostenibilidad mediante la reducción de pérdidas materiales, el uso eficiente de herramientas y la optimización de los procesos de control y mantenimiento a través de tecnologías digitales aplicadas a la agricultura inteligente (Patel et al., 2021).

Para el caso específico del vivero que está en el Campus Lastenia, tener el inventario optimizado nos va a evitar estar reponiendo cosas a cada rato. Esto significa que vamos a gastar menos materias primas y, por ende, botaremos menos residuos de plástico o de metal. Hacerlo así va muy de la mano con todas esas estrategias de sostenibilidad que se promueven para la agricultura en Ecuador, las cuales siempre buscan que las labores productivas y educativas golpeen lo menos posible al medio ambiente.

De igual forma, tener el inventario mucho mejor organizado nos ahorra estar dando vueltas innecesarias y nos empuja a manejar los insumos con más responsabilidad; cosas que son esenciales si estamos en un espacio académico que de verdad está comprometido con cuidar el medio ambiente.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Históricos de Tecnologías AIDC en Contextos Agrícolas

Las tecnologías de Identificación Automática y Captura de Datos (AIDC) surgieron para automatizar los procesos de registro y gestión de información. Básicamente, reemplazaron métodos manuales que siempre son propensos a errores, permitiendo capturar datos de una forma mucho más rápida, precisa y eficiente usando sistemas digitales en distintos sectores productivos, incluyendo aquí a la agricultura inteligente (Ma et al., 2022).

Con el avance que han tenido los sistemas productivos y viendo la necesidad de mejorar la eficiencia en la gestión agrícola, las tecnologías AIDC se empezaron a integrar en los procesos logísticos y de control agroalimentario. Esto ha permitido optimizar la trazabilidad, el seguimiento de insumos y manejar la información usando sistemas automatizados aplicados directamente a la cadena de suministro agrícola (Gupta et al., 2024).

Ya en una etapa más reciente, la evolución de los sistemas AIDC incorporó los famosos códigos bidimensionales como los códigos QR. Estos códigos ampliaron bastante la capacidad para almacenar y transmitir información hacia las plataformas digitales. En el contexto agrícola y alimentario, estas tecnologías fortalecieron la trazabilidad y el acceso a información sobre procesos productivos, consolidándose como herramientas muy importantes para modernizar los sistemas de identificación automática (Despoudi et al., 2021).

2.2 Antecedentes de investigaciones

Varias investigaciones han estado analizando el uso de códigos de respuesta rápida (QR) como herramientas de identificación automática para ayudar a fortalecer la trazabilidad de los productos agroalimentarios. En este sentido, se hicieron estudios orientados a optimizar

cómo se leen los códigos QR en superficies que son curvas en productos agroalimentarios, demostrando que si hay una configuración adecuada del tamaño del código, la distancia de lectura y las condiciones para escanear, se mejora significativamente la captura de información con celulares y esto favorece a tener sistemas de trazabilidad más eficientes (Qian et al., 2021).

Por otro lado, también se propusieron sistemas de trazabilidad agrícola basados en tecnologías digitales y mecanismos de identificación automática como una alternativa a los típicos registros manuales. Estas tecnologías nos dejan registrar, almacenar y recuperar la información sobre productos agrícolas de forma automatizada, lo que al final favorece a tener una mejor gestión de datos, menos errores humanos y mucha más transparencia al hacerle seguimiento a los productos por toda la cadena agroalimentaria (Kalaiselvi et al., 2024).

Además de esto, algunas investigaciones exploraron cómo integrar la identificación automática y captura de datos junto con plataformas digitales más avanzadas para fortalecer la trazabilidad agrícola. Estas tecnologías permiten mejorar la integridad, seguridad y transparencia de la información que se registra mediante sistemas digitales que están orientados al seguimiento y control de productos (He et al., 2022).

2.3 Definiciones conceptuales

2.3.1 Sistema de Identificación Automática y Captura de Datos

Los sistemas de Identificación Automática y Captura de Datos (AIDC) no son más que un grupo de tecnologías y aparatos que sirven para identificar objetos, recoger información y enviarla directo y sin ayuda a los sistemas informáticos. Hacer esto nos deja optimizar cómo monitoreamos, controlamos y manejamos la información usando procesos digitales automáticos, algo que hoy se usa bastante en lo que llamamos agricultura inteligente (Choudhury et al., 2021).

2.3.1.1 Definición y Conceptos Fundamentales

La AIDC engloba técnicas que se basan en leer códigos legibles por máquinas y que luego son procesados automáticamente por sistemas computarizados para mejorar la precisión y eficiencia en la gestión de la información (Tomar y Kaur, 2021).

2.3.1.2 Simbología de Codificación

La simbología de codificación en AIDC se refiere a esos patrones gráficos que pueden leer las máquinas, como los típicos códigos de barras unidimensionales y los códigos QR bidimensionales, que permiten representar información para capturarla y procesarla automáticamente.

2.3.1.3 Hardware de Captura y Lectura

El hardware de captura en sistemas AIDC incluye lectores ópticos y dispositivos móviles que detectan y traducen los patrones codificados (códigos de barras o QR) en datos digitales para su posterior procesamiento (Pattnaik et al., 2022).

2.3.1.4 Procesamiento de Datos Capturados

El procesamiento de datos capturados es el conjunto de operaciones mediante las cuales la información obtenida por dispositivos de lectura es transformada, estructurada y almacenada en bases de datos o sistemas de información, permitiendo su integración en plataformas de gestión para su análisis y utilización en procesos automatizados y toma de decisiones en entornos digitales (Serhani et al., 2024).

2.3.1.5 Integración con Sistemas de Información

La integración con sistemas de información requiere procesar los datos capturados mediante operaciones que transforman las señales de los dispositivos de lectura en información útil, la cual se almacena en bases de datos o se conecta con sistemas de gestión (García et al., 2026).

2.3.1.6 Módulos de Gestión de Inventario

Los módulos de gestión de inventario apoyados en tecnologías AIDC permiten automatizar la actualización de existencias y registrar movimientos de productos de forma confiable, reduciendo errores y mejorando la disponibilidad de información (Preil y Krapp, 2022).

2.3.1.7 Trazabilidad de Activos

La trazabilidad de activos no es más que el seguimiento y monitoreo de los productos o recursos durante todo su ciclo de vida mediante tecnologías digitales. Esto permite generar registros históricos confiables que ayudan bastante a la gestión, el control y la toma de decisiones dentro de las cadenas de suministro (Mubarik y Khan, 2024).

2.3.1.8 Seguridad y Control de Acceso

En estos sistemas de identificación, la seguridad y el control de acceso permiten restringir el uso y la manipulación de la información solo a los usuarios autorizados, lo que contribuye a proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos (Gupta et al., 2022).

2.3.1.9 Escalabilidad Técnica

La escalabilidad técnica es básicamente la capacidad que tienen los sistemas digitales e IoT para poder adaptarse cuando incrementa el volumen de datos o de dispositivos sin que se vea afectado su rendimiento. Asegura la continuidad y la eficiencia de los procesos (Rayes y Salam, 2022).

2.3.1.10 Estándares de Calidad y Normas Técnicas

Los estándares de calidad y las normas técnicas establecen especificaciones y lineamientos comunes para la identificación y captura de datos, facilitando la interoperabilidad entre sistemas y favoreciendo la consistencia y confiabilidad de la información registrada. La

utilización de estándares de datos permite además que la información pueda ser compartida y utilizada entre diferentes plataformas y sistemas (Lippi et al., 2023).

2.3.2 Control y Trazabilidad de Activos

La trazabilidad en este sector permite un control sistemático de los activos mediante la digitalización de registros a través de los procesos productivos y logísticos (Mangan et al., 2025)

2.3.2.1 Concepto general de control y trazabilidad de activos

Desde el enfoque de la economía circular, el control y la trazabilidad de los activos se basan en identificar de forma sistemática los recursos físicos y darles seguimiento a lo largo de su ciclo de vida completo (Campbell et al., 2024).

2.3.2.2 Enfoque de ciclo de vida de los activos físicos

Este enfoque considera la planificación, la compra, la operación, el mantenimiento y finalmente cómo se desechan los activos. Son etapas interrelacionadas que deben gestionarse de manera integral para garantizar que el recurso sea confiable (Hastings, 2021).

2.3.2.3 Sistemas de clasificación del estado físico de los activos

Estos sistemas se estructuran por criterios que dejan evaluar la condición de los recursos, desde niveles óptimos hasta cuando ya hay deterioro. Facilita priorizar cuando toca hacer mantenimientos o reposiciones (Reaiche y Papavasiliou, 2022)

2.3.2.4 Protocolos de inspección y monitoreo continuo

Se apoyan en sistemas inteligentes que mezclan sensores y análisis de datos en tiempo real para evaluar el estado de los equipos. Esto ayuda a detectar anomalías temprano sin depender solo de las inspecciones que hace el humano (Jardine y Tsang, 2022).

2.3.2.5 Importancia de la trazabilidad documental

Es súper crucial para asegurar que los registros que generan los sistemas sean accesibles, completos y confiables en todo su ciclo de vida. Esto facilita la transformación digital y optimiza los procesos internos (Ott, 2021).

2.3.2.6 Sistemas digitales para el seguimiento de activos

Estos sistemas digitales pueden usar tecnologías como la blockchain para hacer registros inmutables y transparentes sobre los eventos de un activo. Esto facilita tener visibilidad y control de su ciclo de vida (Mubarik y Shahbaz, 2023).

2.3.2.7 Identificación automatizada mediante códigos Qr y códigos de barras

Consiste básicamente en usar sistemas digitales que sean capaces de generar, almacenar y después verificar la información codificada de forma automática, permitiendo que la captura de datos sea rápida y muy precisa (Sanders, 2020).

2.3.2.8 Accountability y asignación de responsabilidades sobre activos

Es asignar responsabilidades claras sobre los activos, estableciendo criterios para poder gestionar y supervisar los recursos de la organización de modo que cada activo tenga a alguien monitoreándolo y rindiendo cuentas sobre él (Fabozzi et al., 2020).

2.3.2.9 Auditorías y control interno de activos

El control interno son todos esos procedimientos puestos en una organización con la idea de proteger los activos y verificar que la información es exacta. Esto se refuerza mucho haciendo auditorías de forma sistemática (Whittington y Pany, 2021).

2.3.2.10 Impacto del control y trazabilidad en la sostenibilidad organizacional

Aplicar la trazabilidad a la gestión permite mejorar bastante la sostenibilidad porque fortalece el control de los procesos y la transparencia operativa, impactando positivamente lo económico, social y ambiental (Zhou et al., 2022).

2.3.3 Metodología propuesta

2.3.3.1 Fundamentos de la metodología Scrum

Scrum es una metodología ágil para desarrollar software que se basa en los principios de iteración, trabajar incrementalmente y la mejora continua. Está enfocada en gestionar de manera eficiente los proyectos complejos que tienen requerimientos muy dinámicos. Su enfoque es usar ciclos cortos que se llaman sprints, que te dejan entregar funcionalidades de a poco, haciendo más fácil adaptarse a los cambios (Schwaber y Sutherland, 2020).

Desde una perspectiva académica, Scrum resulta adecuado para proyectos de desarrollo de sistemas informáticos que presentan incertidumbre y requieren adaptación continua. Su enfoque iterativo permite inspeccionar periódicamente los resultados obtenidos y adaptar el trabajo de acuerdo con la información disponible, favoreciendo la identificación temprana de problemas y la mejora progresiva del producto (Bjarnason et al., 2023).

2.3.3.2 Aplicación de Scrum en el desarrollo del sistema propuesto

La metodología Scrum se adapta perfecto para desarrollar este sistema de identificación con QR y códigos de barras para gestionar el inventario del vivero de cacao ULEAM El Carmen. Nos permite construir una solución que va creciendo incrementalmente y que se ajusta a lo que de verdad opera el vivero. Interactuar a cada rato con los responsables nos deja ir refinando lo que necesita el sistema.

Usar Scrum facilita dividir todo en módulos como el de registro de herramientas, generar los QR, el control de préstamos, evaluar estado físico y sacar reportes. Cada módulo

de estos se hace y se valida progresivamente sprint por sprint, bajando los riesgos (Gary y Das, 2024).

2.3.3.3 Componentes estructurales de Scrum

Scrum está estructurado por roles, artefactos y eventos muy definidos que organizan el trabajo. Entre los principales roles están el Product Owner (que prioriza los requerimientos), el Scrum Master (que vela por que se aplique bien el marco) y el Equipo de Desarrollo, que es el que hace la programación técnica.

Los artefactos traen el Product Backlog (donde se anota todo lo que el sistema va a tener), el Sprint Backlog (las tareas escogidas para ese sprint en específico) y el Incremento, que es todo el conjunto de cosas terminadas al acabar la iteración (Schwaber y Sutherland, 2020)

2.4 Conclusiones

2.51.4 Conclusiones

El análisis de los fundamentos relacionados con la variable Sistema de Identificación Automática y Captura de Datos (AIDC) permitió determinar que esta comprende un conjunto de tecnologías y procesos orientados a la identificación de objetos, captura de información y procesamiento de datos mediante mecanismos legibles por máquinas. Desde el punto de vista teórico, la variable se encuentra integrada por diferentes elementos que mantienen una relación entre sí, entre ellos la simbología de codificación, los dispositivos de captura y lectura, el procesamiento de los datos, la integración con sistemas de información y los módulos relacionados con la gestión de inventarios. Asimismo, se identificó que la trazabilidad de activos constituye uno de los componentes relacionados con el seguimiento de la información generada durante el ciclo de vida de los recursos.

Respecto a la variable Control y Trazabilidad de Activos, la revisión teórica permitió establecer que su alcance va más allá del registro de la existencia de un recurso. Comprende un proceso sistemático de identificación, seguimiento y control de los activos durante las diferentes etapas de su ciclo de vida. Entre sus principales dimensiones se encuentran el control de su estado físico, la inspección y monitoreo, la trazabilidad documental, la asignación de responsabilidades, las auditorías y el control interno. El hallazgo principal de esta revisión es que el control de activos se encuentra relacionado con la disponibilidad de información completa, accesible y confiable sobre los acontecimientos asociados a cada recurso, permitiendo mantener un historial de sus movimientos y condiciones.

En cuanto a la metodología Scrum, la revisión permitió establecer que se trata de un marco de trabajo ágil basado en ciclos iterativos e incrementales, compuesto por roles, eventos y artefactos que organizan el desarrollo de proyectos. Teóricamente, Scrum permite estructurar el trabajo mediante períodos de desarrollo denominados sprints, en los cuales se planifican, ejecutan y revisan incrementos de trabajo. Su fundamento se relaciona con la adaptación continua, la inspección frecuente y la mejora progresiva de los resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo.

CAPÍTULO III

3 MARCO INVESTIGATIVO

3.1 INTRODUCCION

El presente capítulo expone el diseño metodológico empleado en el desarrollo de la investigación titulada "Sistema de identificación automática con códigos QR/Barras para la gestión del inventario de herramientas en el vivero de cacao ULEAM El Carmen". La metodología adoptada se fundamenta en los principios de la investigación científica aplicada e integra métodos y técnicas que permiten obtener información válida, confiable y contextualizada sobre la problemática existente. Asimismo, se describen los tipos de investigación, los métodos de análisis y las fuentes de información utilizados para diagnosticar la situación actual del control de herramientas y para sustentar la propuesta de una solución tecnológica orientada a optimizar la gestión, la trazabilidad y el control del inventario en el entorno operativo del vivero.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Investigación bibliográfica o documental

La investigación bibliográfica o documental consiste en la recopilación, análisis y sistematización de información proveniente de libros científicos, artículos académicos, normas técnicas y documentos institucionales, con el fin de construir una base teórica sólida que sustente el objeto de estudio. Este tipo de investigación permite identificar conceptos, modelos, enfoques y antecedentes relacionados con la temática abordada, lo que favorece una comprensión integral del problema antes de su aplicación práctica (Hernández y Mendoza, 2023).

En el desarrollo de esta investigación, la revisión documental permitió fundamentar los conceptos relacionados con los sistemas de identificación automática, la gestión de inventarios, la trazabilidad de activos y las metodologías ágiles de desarrollo de software. Gracias al análisis de fuentes científicas recientes, fue posible sustentar teóricamente la propuesta del sistema basado en códigos QR y de barras, asegurando su coherencia con estándares tecnológicos y con buenas prácticas aplicables al contexto agrícola universitario.

3.2.2 Investigación de campo

La investigación de campo se caracteriza por la recolección de datos directamente en el entorno donde se manifiesta el fenómeno estudiado, sin manipular variables, lo que permite observar la realidad tal como ocurre. Este tipo de investigación utiliza técnicas como la observación directa y la entrevista para obtener información primaria, contextualizada y verificable sobre los procesos, comportamientos y problemáticas existentes (Arias y Covinos, 2021).

En este estudio se aplicó la investigación de campo debido a que la problemática del control de herramientas se presenta directamente en el vivero de cacao ULEAM El Carmen. Mediante la observación del manejo diario del inventario y entrevistas al personal responsable, se identificaron deficiencias en los registros manuales, la ausencia de trazabilidad y dificultades para controlar los préstamos y devoluciones de herramientas, lo cual constituye información clave para orientar el diseño del sistema propuesto.

3.2.3 Investigación aplicada

La investigación aplicada se orienta a la solución de problemas prácticos mediante el uso del conocimiento científico, con el fin de generar productos, procesos o herramientas que aporten mejoras concretas a una situación real. A diferencia de la investigación básica, su

propósito principal es implementar soluciones funcionales que respondan a necesidades específicas del entorno (Creswell y Creswell, 2023).

Se aplicó una investigación de tipo aplicada, pues se busca resolver las deficiencias identificadas en la gestión del inventario del vivero de cacao ULEAM El Carmen mediante el diseño de un sistema automatizado que optimice el control, registro y seguimiento de las herramientas.

3.3 Métodos de investigación

3.3.1 Método inductivo

El método inductivo es un proceso de razonamiento que parte de hechos particulares para formular conclusiones de carácter general. Se fundamenta en la observación sistemática de situaciones reales, a partir de las cuales se identifican patrones y relaciones que permiten generar explicaciones generales del fenómeno estudiado (González, 2021).

En esta investigación se utilizó el método inductivo a partir de una entrevista directa sobre el manejo del inventario en el vivero de cacao ULEAM El Carmen, realizada con el encargado administrativo, en la que se identificaron problemas específicos como la pérdida de herramientas, registros incompletos y falta de control en los préstamos. Estos casos particulares permitieron concluir que era necesario implementar un sistema automatizado para mejorar la gestión del inventario.

3.3.2 Método deductivo

El método deductivo se basa en el razonamiento lógico que parte de principios generales para explicar situaciones particulares. Este método permite aplicar teorías, modelos y conceptos previamente establecidos a contextos específicos, facilitando el análisis y la explicación de fenómenos concretos (Bernal, 2021).

Para este estudio, decidimos aplicar el método deductivo usando teorías generales sobre cómo gestionar inventarios, trazar activos y sobre los sistemas de identificación automática. Todo esto para poder diseñar una solución que calce perfectamente con el vivero de cacao. Así fue como logramos transformar toda esa teoría en componentes reales para el sistema informático.

3.3.3 Método analítico

Básicamente, el método analítico trata de descomponer un fenómeno en todas sus partes para poder estudiar cada elemento por separado. Esto ayuda a comprender mucho mejor cómo funciona y qué relación tienen los componentes entre ellos. Usar este método hace más fácil identificar las causas y los efectos en procesos complejos (Sánchez y Reyes, 2021).

Se empleó el método analítico para descomponer el proceso de gestión del inventario del vivero en actividades específicas, como el registro de herramientas, el almacenamiento, los préstamos, las devoluciones y el control del estado físico. Este análisis permitió identificar fallas puntuales y sirvió de base para estructurar las funcionalidades del sistema propuesto.

3.3.4 Método sintético

El método sintético complementa al analítico al integrar los elementos previamente estudiados y reconstruir el fenómeno como un todo coherente. Este proceso permite formular una visión global del problema y proponer soluciones integrales basadas en la síntesis de la información analizada (Ruiz y Valenzuela, 2022)

En esta investigación, el método sintético permitió integrar los resultados obtenidos mediante la observación, las entrevistas y el análisis documental, lo que consolidó una propuesta tecnológica que unifica los procesos de identificación, control y trazabilidad del inventario de herramientas del vivero de cacao.

3.4 Fuentes de información de datos

3.4.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias corresponden a la información recolectada directamente del entorno en el que ocurre el fenómeno investigado, mediante la interacción con los actores y procesos involucrados. Estas fuentes proporcionan datos originales y contextualizados, fundamentales para comprender la realidad estudiada (Arias y Covinos, 2021)

Se aplicó una serie de fuentes de recolección de datos para abarcar y conocer los puntos principales del proceso en el vivero, así como el manejo y el control de los activos. Las cuales proporcionan un avance significativo en la creación del proyecto, con las conceptualizaciones necesarias para respaldar la propuesta del sistema.

3.4.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias incluyen libros científicos, artículos académicos y documentos técnicos que permiten sustentar teóricamente la investigación y contextualizar los datos obtenidos en campo dentro de un marco conceptual más amplio (Creswell y Creswell, 2023).

En esta investigación se utilizaron fuentes: libros, tesis, artículos científicos y documentación académica relacionadas con sistemas de identificación automática, gestión de inventarios, trazabilidad de activos y metodologías ágiles de desarrollo, que proporcionaron el soporte conceptual necesario para interpretar la problemática del vivero y respaldar la propuesta del sistema informático.

3.5 Estrategia operacional para la recolección de datos

3.5.1 Población – Segmentación – Tamaño de la muestra

3.5.1.1 Población

En el desarrollo de soluciones tecnológicas, la población no solo incluye a las personas físicas, sino también a todos los actores o elementos que interactúan directamente con el problema diagnosticado (Nguyen et al., 2023).

Para esta investigación, la población comprende 61 sujetos: los estudiantes de prácticas y vinculación y el encargado administrativo. Para el estudio, se concibe como un conjunto delimitado y accesible de casos que comparten propiedades y atributos comunes.

3.5.1.2 Segmentación

La clasificación de los sujetos de estudio permite aislar variables específicas, garantizando que los instrumentos aplicados recojan información precisa de cada perfil, sin que los resultados generales se contaminen por sesgos (Chauhuri y Pal, 2022).

La siguiente investigación se realiza un enfoque masivo orientado a la carrera de Agropecuaria para representar una estadística, por la cual la población objetiva es de 61 sujetos estratégicos, de los cuales 60 son estudiantes de las prácticas y la vinculación y que tienen actividades fijas en el vivero de cacao, sumando al único encargado administrativo (el Ing. Pedro Nivelá). Todas estas personas son las que básicamente concentran el 100% de las funciones al momento de identificar, controlar y usar las herramientas.

3.5.1.3 Tamaño de la muestra

Obtener el tamaño de la muestra es un paso necesario en toda investigación, porque es lo que te asegura que los resultados de verdad representan al universo de estudio. Si calculamos bien, podemos bajar los sesgos y hacer que nuestras conclusiones sean más confiables, tomando

en cuenta cosas como cuánta gente hay en total, la confianza y el margen de error (Bhardwaj et al., 2024).

Al final, la muestra la conformó 1 informante estratégico. A ellos los elegimos usando un muestreo intencional enfocado en casos que eran críticos: fue seleccionado el encargado administrativo (Ing. Pedro Nivelá).

Debido a que la población de estudio está conformada por 61 sujetos, se considera una población pequeña y accesible, por lo cual no se realiza un proceso de muestreo. Sino que, se trabajará con la totalidad de la población, conformada por 60 estudiantes de vinculación y prácticas de la carrera de Agropecuaria y 1 encargado administrativo (Ing. Pedro Nivelá), para un total de 61 sujetos de estudio.

3.5.2 Análisis de las herramientas de recolección de datos

3.5.2.1 Encuesta

La encuesta constituye uno de los instrumentos más utilizados en la investigación científica, pues permite recopilar información de los sujetos de estudio de manera estructurada y sistemática. Su aplicación facilita la obtención de datos cuantitativos y cualitativos que reflejan percepciones, actitudes o comportamientos, lo que garantiza una base sólida para el análisis e interpretación de los resultados (Eichhorn, 2022).

Para esta investigación se propuso un cuestionario dirigido a los estudiantes de la carrera agropecuaria de la Uleam El Carmen, relacionado con las prácticas y la vinculación que realizan en el vivero de cacao y en el encargo administrativo. El instrumento indaga en los controles de las herramientas, la frecuencia de pérdida, el estado de las herramientas, la información de las herramientas, los tiempos de espera, la frecuencia de uso y el conocimiento.

3.5.2.2 Entrevista

La entrevista es una técnica de investigación que permite obtener información profunda y detallada directamente de los participantes, lo que favorece la comprensión de sus experiencias, percepciones y actitudes. Su carácter flexible permite adaptar las preguntas al contexto y enriquecer los datos con matices que otros instrumentos no logran captar (Edwards y Holland, 2023).

La entrevista hacia el Ing. Pedro Nivelá se justifica como una técnica de análisis del sistema actual de registros: disponibilidad de la información, necesidad del sistema, tiempos de espera, frecuencias de pérdida, protocolos de préstamo, devoluciones y pérdidas.

3.5.2.3 Estructura de los instrumentos de recolección de datos

A. Entrevista

Para la entrevista se utilizó una guía conformada por 5 preguntas abiertas, aplicada al encargado del proyecto de vinculación del vivero de cacao, el Ing. Pedro Eduardo Nivelá Morante. Las preguntas se enfocaron en conocer mejor el funcionamiento actual del inventario, así como el flujo de préstamo y devolución de herramientas, la pérdida de herramientas y los protocolos y la organización del espacio de almacenamiento. Esto permitió identificar las necesidades y los criterios para implementar el sistema de identificación, con el fin de optimizar el flujo de identificación de herramientas.

B. Encuesta

Se realizó una encuesta estructurada de 10 preguntas clave, dirigida a los 60 estudiantes de vinculación y prácticas de la carrera de Agropecuaria de la ULEAM, en la extensión El Carmen. Esta técnica permitió identificar las limitaciones del sistema manual actual y la necesidad de implementar un sistema automatizado.

3.5.3 Plan de recolección de datos

Fecha	Actividad	Personal	Tipo Instrumento
28/04/2026	Aplicar encuesta a los estudiantes de agropecuaria	Estudiantes	Encuesta
28/04/2026	Realizar una entrevista con el encargado administrativo del vivero de cacao.	Ing. Pedro Nivela	Entrevista

Tabla 1: Cronograma de recolección de datos de encuesta y entrevista

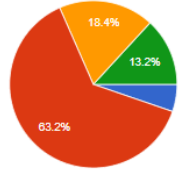
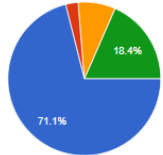
Una vez definidas la entrevista y la encuesta como técnicas de recolección de datos, se elaboró un plan operativo con un cronograma que organiza la aplicación de los instrumentos y garantiza el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Este proceso asegura la recopilación de información estructurada y confiable, orientada al diseño del sistema informático, a fin de mejorar la identificación del inventario del vivero de cacao.

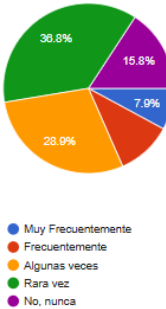
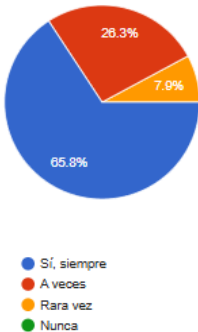
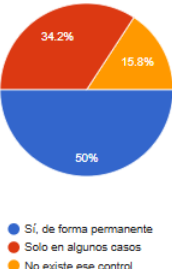
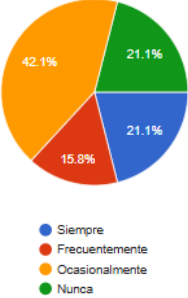
3.6 Análisis y presentación de datos

3.6.1 Tabulación y análisis de datos

Resultados de la encuesta a los estudiantes

La encuesta aplicada a los 60 integrantes de las actividades del Vivero de cacao permitió cuantificar los hallazgos de una deficiente gestión manual del control de inventario y del almacenamiento. Se presenta los resultados a continuación

Pregunta	Gráfico	Análisis
1. ¿Con qué frecuencia utiliza herramientas del vivero de cacao en sus actividades académicas?	 ● Nunca ● 1-2 vez por semana ● 3-4 veces por semana ● Todos los días	La mayoría de los encuestados manifiesta que usa las herramientas más de 2 veces por semana.
2. ¿Cómo se realiza actualmente el registro del préstamo de herramientas en el vivero?	 ● En un cuaderno/papel ● En un archivo de Excel/computadora ● De forma verbal (no se anota) ● Desconozco el proceso	Un gran porcentaje de encuestados manifiesta el uso del cuaderno para el registro de préstamos.

3. ¿Con qué frecuencia ha observado pérdidas, extravíos o confusiones en la devolución de herramientas?	 ● Muy Frecuentemente ● Frecuentemente ● Algunas veces ● Rara vez ● No, nunca	La materia de encuestados manifiesta rara vez pérdidas de herramientas y un porcentaje considerable manifiesta que sucede algunas veces.
4. Al solicitar una herramienta, ¿cuánto tiempo tarda en localizarse?	 ● Menos de 5 minutos ● Entre 5 y 10 minutos ● Entre 10 y 20 minutos ● Más de 20 minutos	Un gran porcentaje de encuestados manifiesta un tiempo promedio de 5 minutos.
5. ¿Considera que existe un control claro sobre quién retira y devuelve las herramientas?	 ● Sí, siempre ● A veces ● Rara vez ● Nunca	Un gran porcentaje de estudiantes indica un control existente, aunque un pequeño porcentaje conjunto manifiesta que este ocurre a veces.
6. ¿Se dispone de información actualizada sobre el estado físico de las herramientas (en buen estado, dañadas, inservibles)?	 ● Sí, de forma permanente ● Solo en algunos casos ● No existe ese control	La mayoría de los encuestados indica que la información sí está presente de forma permanente, aunque un grupo considerable manifiesta que solo en algunos casos
7. ¿Ha tenido dificultades para realizar sus actividades por falta de herramientas disponibles?	 ● Siempre ● Frecuentemente ● Ocasionalmente ● Nunca	Un gran porcentaje de estudiantes manifiesta dificultades ocasionales por la falta de herramientas, mientras que otro considerable siempre las tiene.

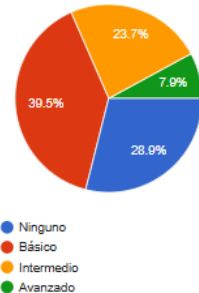
8. ¿Qué tan organizado considera el almacenamiento actual de las herramientas?	 ● Muy organizado ● Organizado ● Poco organizado ● Desorganizado ● Muy desorganizado	La mayor parte de la gente que encuestamos dice que sí notan cierta organización, aunque hay otro grupo bastante grande que siente que solo hay un poco de orden.
9. ¿Tienes algún conocimiento previo sobre cómo se usan los códigos QR o de barras?	 ● Ninguno ● Básico ● Intermedio ● Avanzado	Una gran parte de los encuestados nos dejó saber que al menos tienen un conocimiento básico sobre cómo funcionan los códigos QR y los de barras.
10. ¿Qué tan necesario ves el implementar un sistema que use QR o códigos de barras para poder controlar el inventario de las herramientas?	 ● Nada necesario ● Poco necesario ● Necesario ● Muy necesario ● Totalmente necesario	Los porcentajes varían, pero se evidencia la necesidad de implementar estos sistemas para el control de herramientas.

Tabla 2: Tabulación y análisis de los datos de encuesta

Los resultados de la entrevista al Ing. Pedro Nivelá encargado administrativo:

Pregunta	Pedro nivelá responsable del proyecto del vivero de cacao	Análisis
¿Cómo se realiza actualmente el control de las herramientas?	El registro lo lleva a cabo el conserje en un cuaderno, en el que se registran los diferentes controles.	Según la respuesta, el control de las herramientas se lleva a cabo de forma escrita a través del conserje de turno. Estas responsabilidades implican un rol integral en la operación diaria del inventario.
¿En qué estado debe estar la herramienta al momento de la devolución?	La herramienta debe ser inspeccionada para ver su estado y notificar si se dañó quien la usó, y subir un informe cada semana	Según la respuesta, se realiza una inspección de estado, una notificación según el estado, así como del

		responsable, y se envía cada semana.
¿Cuáles son las dificultades o limitaciones en el manejo manual del inventario?	Con el manejo escrito se lleva un control deficiente de las herramientas y, por ende, de las actividades.	Basándose en la información reunida, se presentan dificultades en el manejo del inventario y retrasos en las actividades.
¿Con qué frecuencia se presentan pérdidas o inconsistencias en el inventario de herramientas?	Aunque no se presentan con mucha frecuencia, las pérdidas o los daños ocurren a veces.	Según los datos recopilados, Se revela una frecuencia de pérdida preocupante.
¿Cree necesario adaptar estos sistemas de identificación automática para mejorar el vivero?	Claro, considero sustancial el uso de la tecnología para una mejor gestión y control.	Según la respuesta, es necesario implementar un sistema de identificación para la mejora de la eficiencia de la gestión y el control.

Tabla 3: Tabulación y análisis de los datos la entrevista

3.6.2 Presentación y descripción de los resultados obtenidos

La pregunta 1 de la entrevista revela que el control actual se lleva de manera escrita. Esto se confirma con la pregunta 2 de la encuesta, en la que los estudiantes indican que los registros se realizan manualmente.

La pregunta 10 señala la falta de un sistema de control total del inventario en el vivero de cacao. La triangulación confirma el control actual de los registros y del inventario de herramientas.

La pregunta 2 de la entrevista reveló que, para la devolución, se lleva a cabo un proceso en el que se inspecciona el estado de la herramienta y se elabora un informe sobre si está dañada o en mal estado. También se menciona un protocolo a seguir en caso de que la herramienta no devuelva resultados. En la pregunta 5 de la encuesta, observamos que el control de préstamos se realiza con poca frecuencia. La pregunta 6 de la encuesta reveló la falta de disponibilidad de información sobre las herramientas. La triangulación confirma que la disponibilidad del estado de la herramienta es inconsistente y señala un control casi inexistente.

La pregunta 3 de la entrevista reveló que el manejo manual genera una enorme deficiencia ante la gran demanda de herramientas que realizan los estudiantes; además, se menciona la falta de personal en el control del inventario y en el registro de préstamos. La pregunta 1 de la encuesta señala un uso constante por parte de los estudiantes de la herramienta. La pregunta 2 de la encuesta señala una larga espera para obtener la herramienta y realizar el registro del préstamo. La triangulación reveló la necesidad de un sistema AIDC para una mejor optimización de los procesos de préstamos y registros.

La pregunta 4 de la entrevista señala una frecuencia de pérdidas notables de herramientas y también las dificultades en las actividades por la falta de herramientas disponibles. La pregunta 3 de la encuesta confirma la frecuencia de las pérdidas de herramientas. La pregunta 7 de la encuesta confirma la dificultad para realizar las actividades por la falta de herramientas. La triangulación de muestra la necesidad de un AIDC para la identificación de herramientas disponibles o faltantes

La pregunta 5 de la entrevista muestra la deficiencia del sistema y la necesidad de usar la tecnología para implementar un sistema de identificación. La pregunta 9 de la encuesta revela la falta de conocimiento de estos sistemas AIDC, lo que se debe a una pequeña capacitación. La pregunta 10 confirma la necesidad de un sistema AIDC. La triangulación demuestra la necesidad de capacitación para todo el personal, así como la necesidad de este sistema.

3.6.3 Informe final del análisis de los datos

A partir del análisis conjunto de los resultados obtenidos mediante la entrevista y la encuesta, se determinó que el control de las herramientas en el vivero de cacao presenta deficiencias relacionadas principalmente con el registro manual de la información, la identificación de las herramientas y el seguimiento de los préstamos y devoluciones. La entrevista evidenció que actualmente los registros se realizan de forma escrita, mientras que

los resultados de la encuesta confirmaron que los estudiantes perciben el registro manual como parte habitual del proceso. Esta situación dificulta mantener información organizada y actualizada sobre las herramientas disponibles y su estado.

En relación con el control de préstamos y devoluciones, los resultados muestran que el proceso actual presenta dificultades para mantener un seguimiento constante de las herramientas. Durante la entrevista se indicó que las devoluciones requieren revisar el estado de la herramienta y elaborar un informe cuando esta presenta daños o se encuentra en mal estado. Sin embargo, los resultados de la encuesta evidenciaron una baja frecuencia en el control de los préstamos y poca disponibilidad de información sobre el estado de las herramientas. La coincidencia entre ambas fuentes permite establecer que el seguimiento de las herramientas durante su ciclo de préstamo y devolución no se realiza de manera continua, lo que dificulta conocer oportunamente su situación.

Otro aspecto identificado corresponde a las demoras que se producen durante el proceso de entrega de herramientas. La entrevista señaló que el manejo manual representa una dificultad ante la cantidad de solicitudes realizadas por los estudiantes y que existe una limitación de personal para atender simultáneamente el control del inventario y el registro de los préstamos. Esta situación coincide con los resultados de la encuesta, donde se evidenció un uso frecuente de las herramientas por parte de los estudiantes y tiempos prolongados de espera para obtenerlas y completar el registro del préstamo. Por tanto, la combinación entre el registro manual, la demanda de herramientas y la disponibilidad limitada de personal constituye una de las causas que contribuyen a la demora del proceso.

CAPITULO IV

4 Marco propositivo

4.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta la solución al problema del proceso de inventario del vivero, desarrollando el Sistema Web de Identificación Automática mediante Códigos QR y Códigos de Barras para la Gestión del Inventario de Herramientas del Vivero de Cacao de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), extensión El Carmen. Con el fin de implementar medidas de eficiencia que garanticen una gestión óptima del inventario, el sistema fue desarrollado bajo la metodología ágil Scrum, dividiéndose el trabajo en cinco sprints, cada uno orientado a la implementación de un módulo funcional específico del sistema.

4.2 Descripción de la propuesta

La presente propuesta planteada con base en las necesidades identificadas en los procesos de identificación y control del inventario del vivero de cacao de la ULEAM Extensión El Carmen, se propone desarrollar un sistema de identificación automática y captura de datos (AIDC) implementado mediante una arquitectura modular, compuesta por una aplicación web desarrollada en React 18 y un backend centralizado en Laravel 11 encargado de la lógica de negocio y la gestión de los datos del inventario.

La arquitectura modular que usamos organiza todo el sistema en módulos funcionales que son independientes, pero que viven en la misma base de código. Tenemos la autenticación con Laravel Sanctum, la gestión de herramientas la identificación con los QR, y toda la parte de préstamos y reportes. Trabajarlo así simplifica muchísimo la infraestructura, hace que sea fácil darle mantenimiento y mejora el rendimiento. También nos permite meter funciones nuevas a futuro sin dañar el resto del sistema.

4.3 Determinación de recursos

4.3.1 Humanos

Cargo	Función
Programador	Programar, diseñar e implementar el sistema
Tutor académico	Supervisor y guía del proyecto
Encargado del vivero	Validación de los requerimientos
Encargado del almacén	Supervisión y control de las herramientas
Estudiantes de vinculación	Usuarios finales del sistema

Tabla 4: Recursos humanos

4.3.2 Tecnológicos

Tecnología (Hardware)	Descripción
Teléfono	Nombre: Redmi Note 13. RAM: 8 GB. Procesador: Snapdragon 685 Octa-Core. Almacenamiento: 256 GB. Uso: pruebas del sistema web responsivo y escaneo de códigos QR y de barras.
Laptop	Marca: Acer Aspire 3. RAM: 12 GB. Sistema operativo: Windows 10 Pro 64 bits. Procesador: Intel Core i5. Almacenamiento: 512 GB SSD.
Internet	Proveedor: CNT. Velocidad: 100 Mbps de descarga y 50 Mbps de subida.
Impresora térmica	Tipo: Impresora térmica para etiquetas adhesivas. Conectividad: USB/Bluetooth. Uso: Impresión de etiquetas con códigos QR y códigos de barras para la identificación de herramientas.

Tabla 5: Presupuesto Hardware

Tecnología (Software)	Descripción
IDE	Visual Studio Code 1.102 o superior, utilizado para el desarrollo y mantenimiento del código fuente del sistema.
Backend	Laravel 11 (PHP) con Eloquent ORM para el desarrollo de la API REST centralizada y la comunicación con la base de datos SQLite.
Base de datos	SQLite — base de datos embebida, sin servidor, administrada mediante las migraciones de Eloquent ORM de Laravel.
Autenticación	Usamos Laravel Sanctum para poder gestionar bien los tokens de acceso y mantener protegidas las rutas (endpoints) de la API REST.
Desarrollo web	Nos fuimos por React 18, trabajando con TypeScript, TSX, HTML5 y dándole los estilos visuales con Tailwind CSS.
Lenguaje de programación	Usamos más que nada TypeScript, PHP y SQL.
Herramienta de construcción	Vite 7.0, que nos sirvió de servidor local y nos ayudó a empaquetar todo súper optimizado para React con TypeScript.
Bibliotecas de identificación	Usamos html5-qrcode para poder escanear usando la cámara; para generar los QR metimos la librería qrcode.js, y para sacar los códigos de barras tipo CODE128 usamos JsBarcode.
Control de versiones	Git 2.49 y GitHub para el control de versiones y respaldo del código fuente.

Tecnología (Software)	Descripción
Pruebas de API	Postman 11.0 para el diseño, prueba y validación de los endpoints REST del sistema.

Tabla 6: Presupuesto Software

4.3.3 Económicos (presupuesto)

Recursos	Cantidad	Presupuesto
Impresoras térmicas	1	80 USD
Paquete de etiquetas adhesivas	5	15 USD
	TOTAL:	95 USD

Tabla 7: Presupuesto Económico

4.4 Etapas de acción para el desarrollo de la propuesta metodología Scrum

4.4.1 Descripción del Producto

4.4.1.1 Propósito del Producto

Desarrollar un sistema de identificación mediante códigos QR o de barras, llamados identificadores, que gestione de manera eficiente los procesos de inventario, préstamos y devoluciones de herramientas, con el fin de optimizar el control de herramientas, reducir tiempos y mejorar el flujo de préstamos y devoluciones, contribuyendo así a una mayor eficiencia operativa y a la reducción de errores humanos.

4.4.1.2 Funciones Claves

A. Sistema web:

- Manejo del inventario general (tanto herramientas como insumos).
- Creación de códigos QR y códigos de barras tipo CODE128.
- Amarrar o vincular cada código a la herramienta que le corresponde.
- Ver el historial de lo que pasa (quién prestó, quién devolvió o si se fue a mantenimiento).
- Sacar reportes del inventario usando filtros avanzados.

B. Escáner web:

- Escanear los QR usando la mismísima cámara del teléfono (con la librería html5-qrcode).
- Poder meter el código a mano por si la cámara del celular llega a fallar.
- Anotar préstamos y devoluciones apenas el sistema reconoce la herramienta.

4.4.1.3 Usuarios Objetivos

Usuarios	Funcionalidades
Encargado / Administrador	1. Crear los códigos QR y barras. 2. Ingresar nuevas herramientas e insumos al sistema. 3. Revisar el historial de movimientos. 4. Ver y cambiar el estado de las cosas.
Estudiantes / Operarios	1. Buscar una herramienta escaneando su QR o código. 2. Anotar cuando piden algo prestado. 3. Registrar cuando lo devuelven. 4. Revisar en qué estado físico está una herramienta.

Tabla 8: Usuarios Objetivos

4.4.1.4 Condiciones de Éxito del Producto

- La meta principal es optimizar al 100% qué tan eficientes somos al identificar las herramientas. Queremos reducir las demoras, que todo el proceso sea más automático y no pelar ni tener errores al leer los códigos.
- Se espera una mejora del 90% en el proceso y el control de préstamos y devoluciones, incluyendo la velocidad, la accesibilidad y la seguridad.
- Se espera una optimización del 100% en la precisión y el control del inventario, incluyendo la actualización controlada, la precisión en el stock y la alerta de niveles bajos de productos.

4.4.2 Historias de Usuario

4.4.2.1 Historia de Usuario 1: Gestión de datos

HISTORIA DE USUARIO	
Id de historia	HU01
Título:	Gestión de datos

HISTORIA DE USUARIO	
Prioridad:	Alta
Usuario:	Administrador
Riesgo de desarrollo:	Alta
Tamaño de la tarea:	Alta
Como:	Encargado del sistema web
Quiero:	Crear, modificar y eliminar herramientas, insumos, estados y códigos.
Para:	Pues para tener la base de datos del sistema siempre bien actualizada y organizada, cuidando que la información esté exacta y que sea fácil llegar a ella a la hora de operar.
Criterios de aceptación:	El sistema me tiene que dejar crear y modificar los datos de las herramientas e insumos. Tiene que revisar (validar) que la información que se mete esté en los formatos que pedimos. Además, cuando hago algo bien, debe tirarme un mensajito visual de confirmación (usando la librería SweetAlert2). Ah, y el sistema tiene que sacar automáticamente ese código único (onda TOOL-XXXX) cuando guardo una herramienta nueva.
Dependencias:	El encargado debe estar registrado y autenticado mediante Laravel Sanctum. El sistema debe contar con las interfaces gráficas desarrolladas en React 18.

Tabla 9: Historia de Usuario HU01

4.4.2.2 Historia de Usuario 2: Agendar préstamo

HISTORIA DE USUARIO	
Id de historia	HU02
Título:	Registrar préstamo
Prioridad:	Media
Usuario:	Estudiante / Operario
Riesgo de desarrollo:	Media
Tamaño de la tarea:	Media
Como:	Estudiante de la aplicación web.
Quiero:	Poder anotar un préstamo de alguna herramienta con el simple hecho de escanearle su código QR o de barras.
Para:	Para poder pedir prestadas las herramientas que haya disponibles solo identificando su código, y que el sistema solito cambie el estado de esa herramienta a PRESTADA.
Criterios de aceptación:	Tiene que registrarme el préstamo justo cuando le doy a confirmar en la ventanita modal (ToolDetailsModal). En ese ratito, el estado de la herramienta debe cambiar a BORROWED en tiempo real, y todo el movimiento tiene que quedar guardadito en el historial mostrando qué usuario fue, la fecha y la hora exacta.
Dependencias:	El estudiante debe estar registrado. La herramienta debe estar en estado DISPONIBLE (AVAILABLE).

Tabla 10: Historia de Usuario HU02

4.4.2.3 Historia de Usuario 3: Agendar devolución

HISTORIA DE USUARIO	
Id de historia	HU03
Título:	Registrar devolución
Prioridad:	Media
Usuario:	Estudiante / Operario
Riesgo de desarrollo:	Media
Tamaño de la tarea:	Media
Como:	Estudiante de la aplicación web.
Quiero:	Registrar la devolución de una herramienta mediante el escaneo de su código.
Para:	Para poder registrar que ya estoy devolviendo las herramientas que tenía a mi cargo, solo identificando su código, y que así el sistema vuelva a poner el estado de la herramienta como DISPONIBLE.
Criterios de aceptación:	El sistema registra la devolución apenas confirmo en el modal ToolDetailsModal. Con eso, el estado del implemento se regresa a AVAILABLE y el movimiento de devolución se va directo a guardarse en el historial.
Dependencias:	El estudiante ya debe tener su cuenta registrada, y obvio, la herramienta tiene que estar en un estado de PRESTADA (BORROWED) para poder devolverla.

Tabla 11: Historia de Usuario HU03

4.4.2.4 Historia de Usuario 4: Generar Identificación

HISTORIA DE USUARIO	
Id de historia	HU04
Título:	Generar Identificación
Prioridad:	Alta
Usuario:	Encargado
Riesgo de desarrollo:	Alta
Tamaño de la tarea:	Alta
Como:	Encargado de la aplicación web.
Quiero:	Generar un código QR o código de barras CODE128 para la herramienta registrada.
Para:	Proporcionar un código seguro y categorizado para las herramientas registradas en el inventario, imprimible para su colocación física en la herramienta.
Criterios de aceptación:	Generar código QR (qrcode.js) o código de barras CODE128 (jsbarcode). Selección de tamaño de etiqueta: Pequeño (40x20mm), Mediano (50x30mm) o Grande (70x50mm). El código se genera con el nombre del vivero y el código único de la herramienta. El código se puede imprimir directamente desde el navegador.
Dependencias:	El encargado debe estar registrado y autenticado. La herramienta debe estar registrada en el sistema.

Tabla 12: Historia de Usuario HU04

4.4.2.5 Historia de Usuario 5: Reporte

HISTORIA DE USUARIO	
Id de historia	HU05
Título	Reporte
Prioridad	Alta
Usuario	Administrador
Riesgo de desarrollo	Medio
Tamaño de la tarea	Alta
Como	Administrador del sistema web.
Quiero	Generar y consultar reportes del inventario, préstamos, devoluciones y movimientos registrados en el sistema, aplicando filtros según la información que necesite visualizar.
Para	Obtener información organizada y actualizada que facilite el seguimiento del inventario y apoye la toma de decisiones dentro del vivero de cacao.
Criterios de aceptación	El sistema debe permitir seleccionar el tipo de reporte y aplicar filtros como fechas, herramientas, insumos o usuarios. Una vez generada la consulta, la información debe mostrarse de forma clara en pantalla y permitir su exportación en formato PDF y Excel. Si no existen registros para los filtros seleccionados, el sistema deberá informar al usuario mediante un mensaje indicando que no se encontraron resultados.
Dependencias	Deben existir datos previamente registrados en la base de datos, correspondientes a herramientas, insumos, préstamos, devoluciones y demás movimientos del inventario.

Tabla 13: Historia de Usuario HU05

4.4.3 Diseño del sistema / Descripción Técnica

4.4.3.1 Casos de uso

4.4.3.1.1 Caso de uso: Generar Identificación

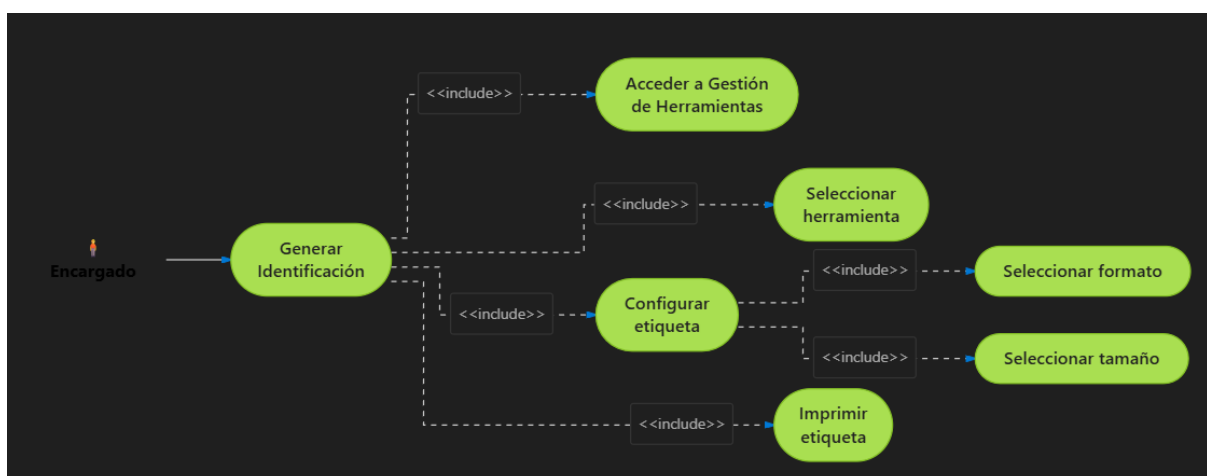


Ilustración 2: Caso de uso Crear Identificación

Nombre de caso de uso	Crear Identificación
Identificación	CU01
Actor	Encargado
Descripción	El encargado genera un identificador (código QR o código de barras CODE128) para una herramienta registrada en el sistema, seleccionando el formato y tamaño de etiqueta para luego imprimirlo.
Pre Condición	El Encargado debe estar registrado en el sistema y contar con credenciales activas (Bearer Token). La herramienta debe estar registrada con su código único (TOOL-XXXX).
Post Condición	1. El sistema genera el código QR o CODE128 en tiempo real y lo muestra en la vista previa. 2. La etiqueta se imprime correctamente con el nombre del vivero, código y nombre de la herramienta.
Flujo Normal	1.La persona encargada entra al apartado de Gestión de Herramientas. 2.Busca la herramienta que necesita y le da clic al botón que dice 'Generar QR/Barras'. 3.Escoge si quiere el formato en QR o en barras, y elige de qué tamaño quiere su etiqueta. 4.El sistema le dibuja (renderiza) la etiqueta ahí mismo en tiempo real. 5.Le da clic en 'Imprimir' y el navegador le abre la típica ventanita para mandar a la impresora.
Flujo Alternativo	1. Si de casualidad la herramienta no se ha registrado, el botón simplemente va a aparecer bloqueado. 2. Si no tienen conectada ninguna impresora, pues el propio navegador se encarga de mostrar el error de que no se puede imprimir.
Prioridad	Alta
Frecuencia de uso	Media

Tabla 14: Caso de uso Crear Identificación

4.4.3.1.2 Caso de Uso: Solicitar Préstamo

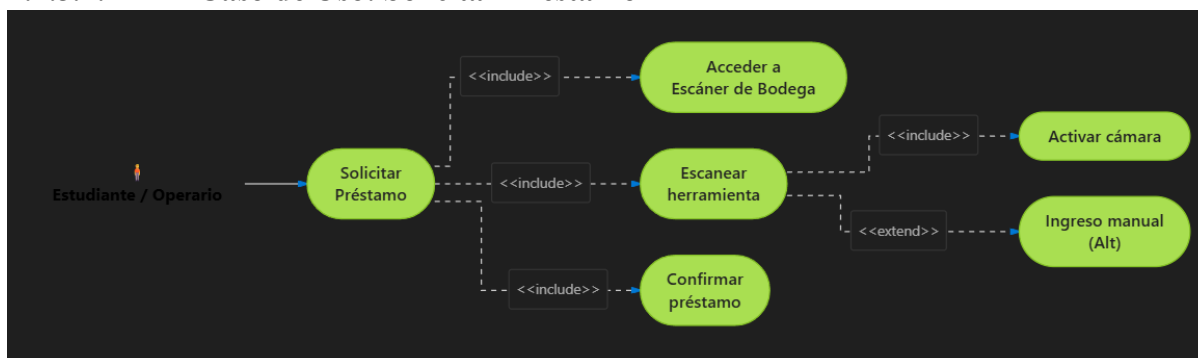


Ilustración 3: Caso de uso Solicitar Préstamo

Nombre de caso de uso	Solicitar Préstamo
Identificación	CU02
Actor	Estudiante / Operario
Descripción	El estudiante escanea el código QR o de barras de la herramienta con la cámara del dispositivo para identificarla y registrar el préstamo en el sistema.

Nombre de caso de uso	Solicitar Préstamo
Pre Condición	El estudiante debe estar registrado en el sistema. El módulo de escáner debe estar disponible. La herramienta debe estar en estado DISPONIBLE (AVAILABLE).
Post Condición	1. El estado de la herramienta se actualiza a PRESTADA (BORROWED). 2. El movimiento de préstamo queda registrado con usuario, herramienta, fecha y hora.
Flujo Normal	1. Accede al módulo 'Escáner de Bodega'. 2. Presiona 'Activar Cámara Escáner'. 3. Escanea el código QR o de barras de la herramienta. 4. El sistema muestra el modal con los datos de la herramienta. 5. Presiona 'Préstamo' y confirma la operación. 6. El sistema actualiza el estado y muestra una notificación de éxito.
Flujo Alternativo	1. Si el código no existe en el sistema, se muestra un mensaje de error. 2. Si la herramienta no está disponible, el botón de préstamo aparece deshabilitado. 3. Si el escaneo falla, el estudiante puede ingresar el código manualmente.
Prioridad	Alta
Frecuencia de uso	Alta

Tabla 15: Caso de uso Solicitar Préstamo

4.4.3.1.3 Caso de Uso: Solicitar Devolución

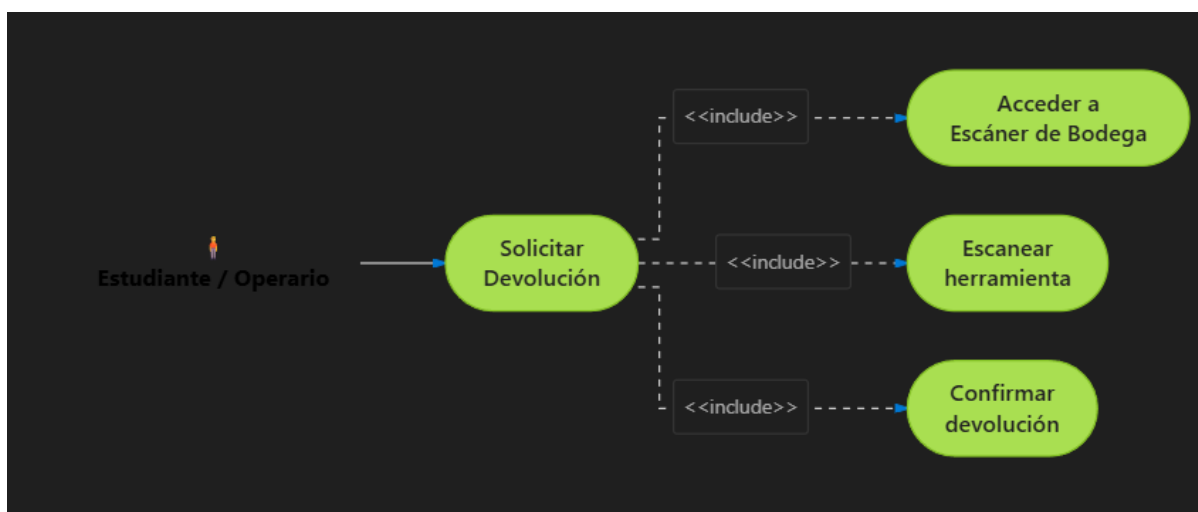


Ilustración 4: Caso de uso Solicitar Devolución

Nombre de caso de uso	Solicitar Devolución
Identificación	CU03
Actor	Estudiante / Operario
Descripción	El estudiante escanea el código de la herramienta prestada para registrar su devolución y restablecer automáticamente la disponibilidad en el sistema.
Pre Condición	El estudiante debe estar registrado en el sistema. La herramienta debe estar en estado PRESTADA (BORROWED).
Post Condición	1. El estado de la herramienta se actualiza a DISPONIBLE (AVAILABLE). 2. El movimiento de devolución queda registrado en el historial.

Nombre de caso de uso	Solicitar Devolución
Flujo Normal	1. Accede al módulo 'Escáner de Bodega'. 2. Escanea el código de la herramienta prestada. 3. El sistema muestra el modal con el estado PRESTADA. 4. Presiona 'Devolución' y confirma. 5. El estado cambia a DISPONIBLE y se muestra una notificación de éxito.
Flujo Alternativo	1. Si la herramienta no está prestada, el botón de devolución aparece deshabilitado. 2. Si el código no existe, se muestra un mensaje de error.
Prioridad	Alta
Frecuencia de uso	Alta

Tabla 16: Caso de uso Solicitar Devolución

4.4.3.1.4 Caso de Uso: Consultar Historial de Movimientos

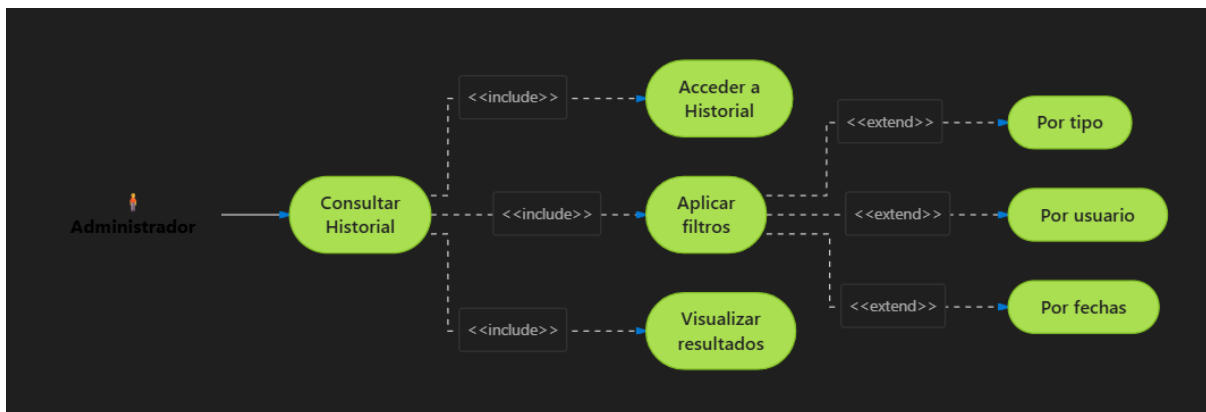


Ilustración 5: Caso de uso Consultar Historial

Nombre de caso de uso	Consultar Historial
Identificación	CU04
Actor	Administrador
Descripción	El administrador consulta el historial completo de movimientos del inventario, aplicando filtros por tipo de evento, usuario y rango de fechas.
Pre Condición	El administrador debe estar autenticado en el sistema. Deben existir movimientos registrados.
Post Condición	1. El sistema muestra la tabla de movimientos con los filtros aplicados.
Flujo Normal	1. Accede al módulo 'Historial de Movimientos'. 2. Aplica filtros por tipo (Préstamo, Devolución, Mantenimiento, Consumo, Ajuste), usuario y/o rango de fechas. 3. Presiona 'Filtrar'. 4. El sistema carga los movimientos que coinciden con los filtros.
Flujo Alternativo	1. Si no hay registros con los filtros aplicados, se muestra un mensaje informativo. 2. El botón 'Limpiar' restablece todos los filtros.
Prioridad	Media
Frecuencia de uso	Alta

Tabla 17: Caso de uso Consultar Historial

4.4.3.2 Diagramas de Secuencia

4.4.3.2.1 Diagrama de Secuencia: Generar Identificador

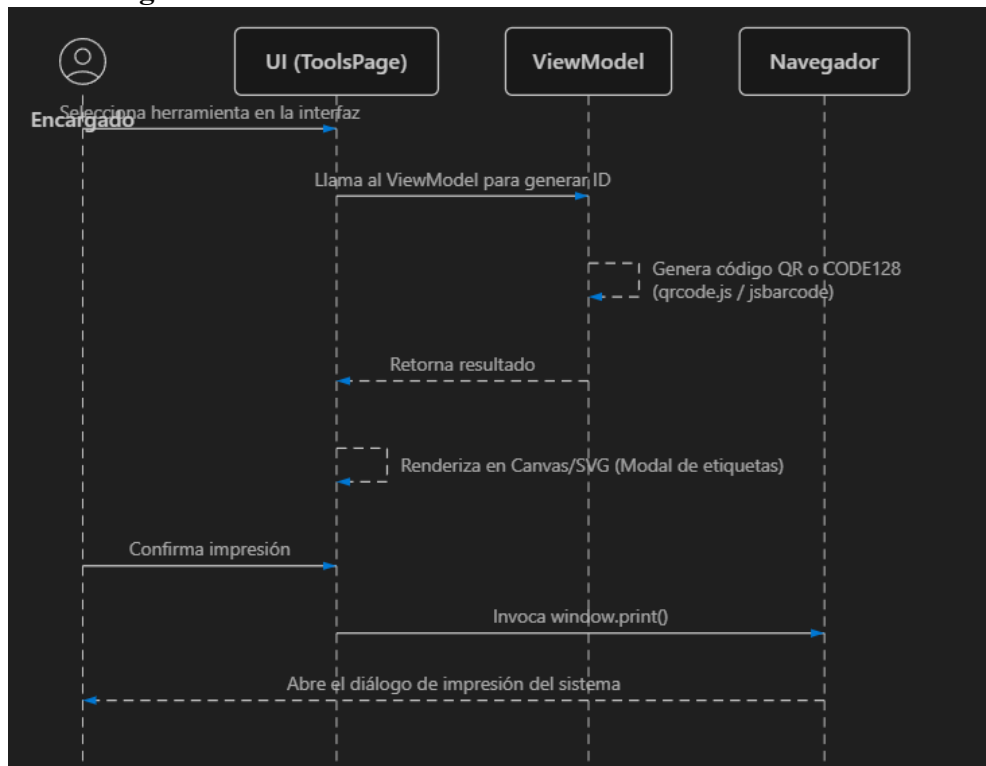


Ilustración 6: Diagrama de Secuencia: Generar Identificador

4.4.3.2.2 Diagrama de Secuencia: Generar Préstamo de herramienta

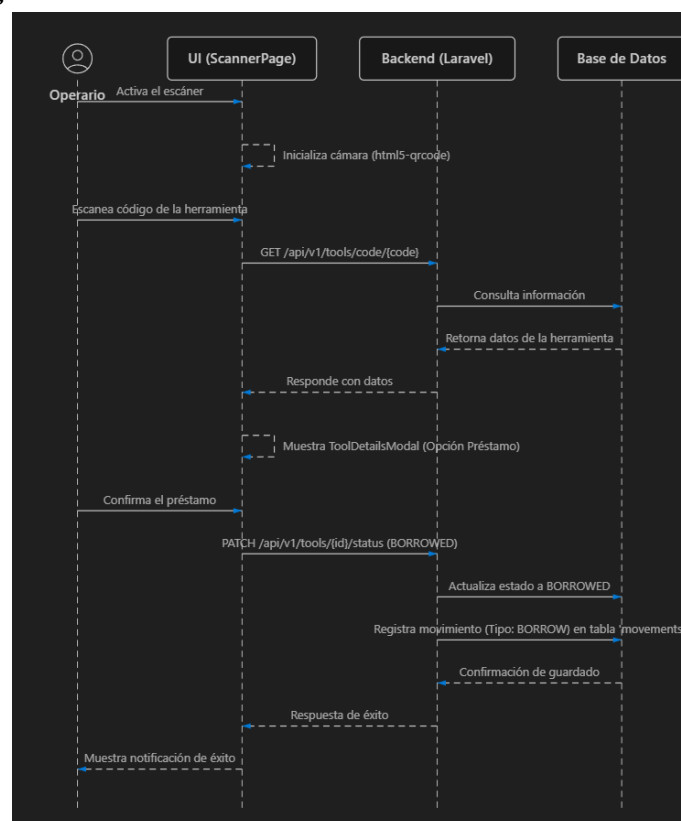


Ilustración 7: Diagrama de Secuencia: Generar Préstamo de herramienta

4.4.3.2.3 Diagrama de Secuencia: Generar Devolución de herramienta

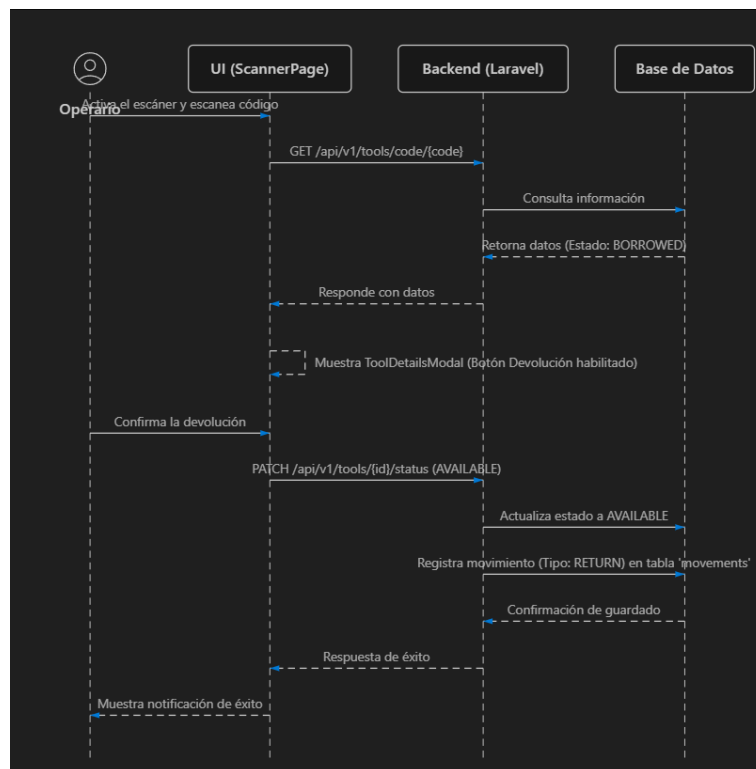


Ilustración 8: Diagrama de Secuencia: Generar Devolución de herramienta

4.4.3.2.4 Diagrama de secuencia: Historial de movimientos

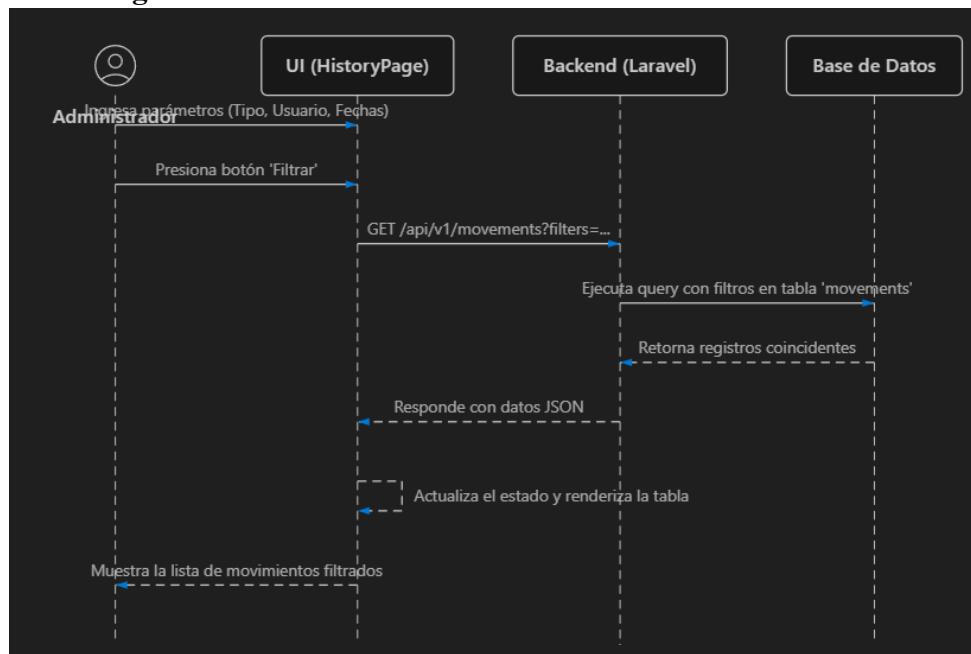


Ilustración 9: Diagrama de Secuencia: Generar Devolución de herramienta

4.4.3.3 Diagrama de Estado

4.4.3.3.1 Diagrama de estado: Identificador

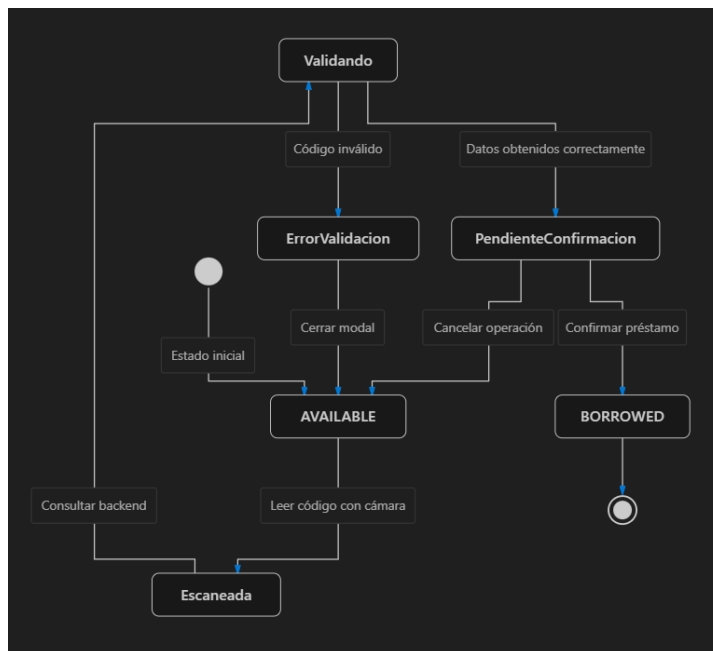


Ilustración 10: Diagrama de Estado: Herramienta

4.4.3.3.2 Diagrama de estado: Préstamo

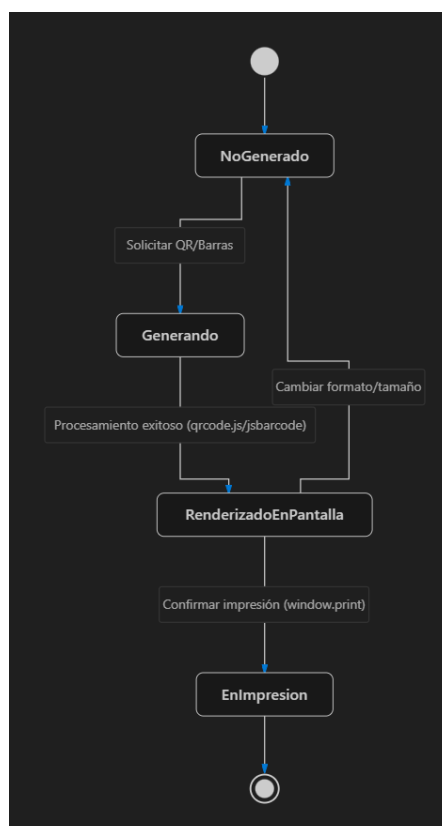


Ilustración 11: Diagrama de estado: Préstamo

4.4.3.3 Diagrama de estado: Devolución

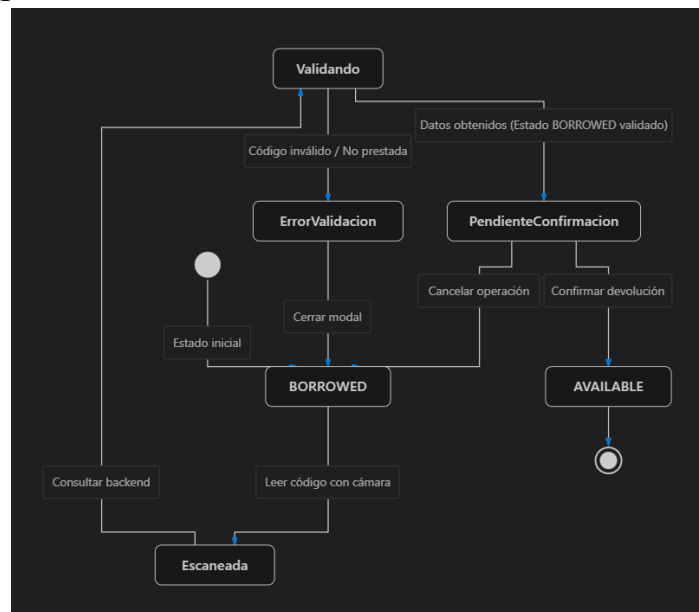


Ilustración 12: Diagrama de estado: Devolución

4.4.3.4 Diagrama de Base de Datos

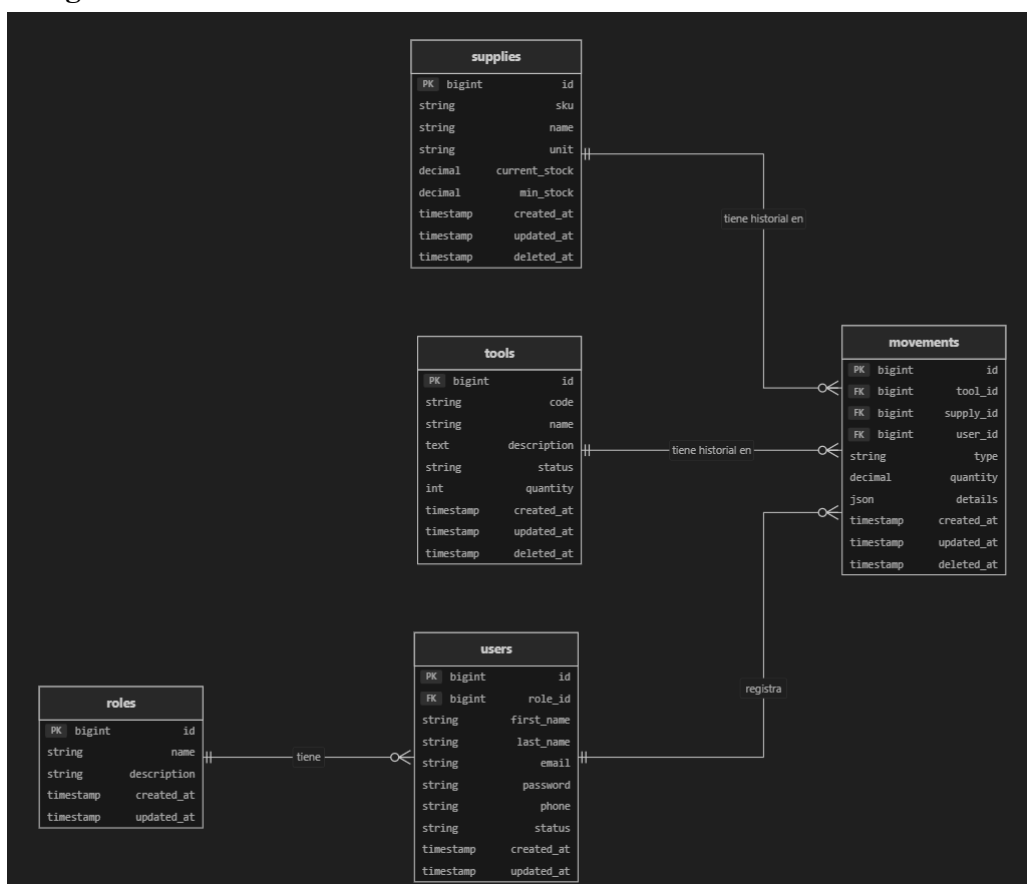


Ilustración 13: Diagrama base de datos del sistema

La base de datos del sistema, gestionada mediante SQLite y las migraciones de Eloquent ORM de Laravel 11, está compuesta por las siguientes entidades principales:

Tabla	Campos principales	Descripción
roles	id, name, guard_name	Roles del sistema (administrador, operario)
users	id, name, email, password, role_id	Usuarios registrados del sistema
tools	id, code (unique), name, description, status, quantity, deleted_at	Herramientas del inventario con soporte para eliminación lógica (soft deletes)
supplies	id, sku (unique), name, description, unit, current_stock, min_stock, deleted_at	Insumos del vivero con control de stock mínimo
movements	id, tool_id, supply_id, user_id, type, quantity, details (JSON), deleted_at	Historial de todos los eventos del inventario (BORROW, RETURN, MAINTENANCE, ADJUSTMENT, CONSUMPTION)
personal_access_tokens	id, tokenable_type, tokenable_id, name, token, abilities	Tokens de autenticación gestionados por Laravel Sanctum

Tabla 18: Entidades de la base de datos del sistema

4.4.4 Descripción Técnica / Arquitectura del sistema

4.4.4.1 Arquitectura del Sistema

A nivel de estructura, el sistema se armó usando una arquitectura modular de tipo cliente-servidor. Por el lado del backend (que está en Laravel 11), nos fuimos por el patrón Repository-Service. Esto nos sirvió para ordenar el código en módulos bien separaditos: el módulo Inventory (para herramientas, insumos y movimientos), el módulo Shared (para usuarios, roles y el login) y el Planning (para la parte del vivero). Ahora, del lado del frontend (hecho con React 18 y TypeScript), aplicamos el patrón MVVM ayudándonos de ViewModels con hooks personalizados.

Con esto garantizamos que la parte visual no se nos mezcle con la lógica del negocio. Toda la plática entre el frontend y el backend se hace únicamente usando peticiones HTTP/REST apuntando a nuestra URL base <http://localhost:8000/api/v1>, la cual obviamente

está bien protegida pidiendo un Bearer Token que nos gestiona Laravel Sanctum. La base de datos SQLite es administrada directamente por el backend mediante Eloquent ORM.

4.4.4.2 Diagrama de Arquitectura

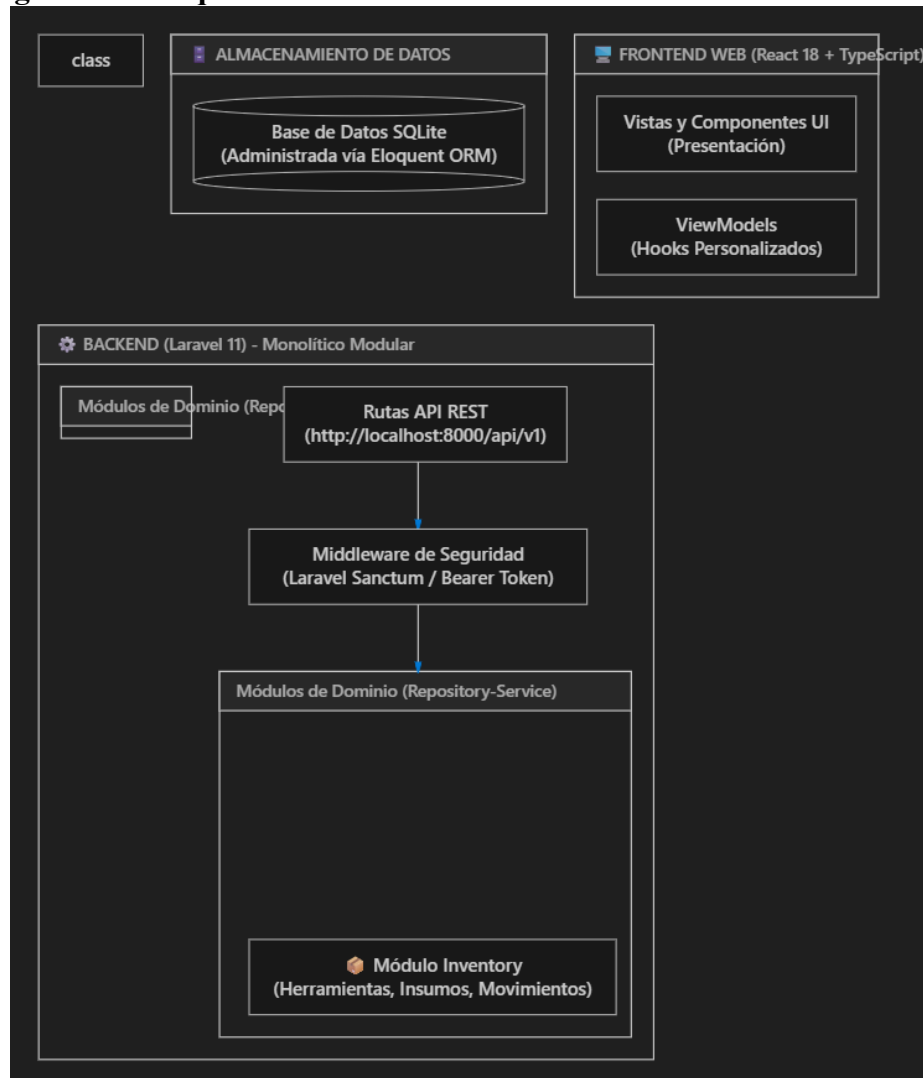


Ilustración 14: Diagrama de Arquitectura del Sistema Web

4.4.4.3 Tecnologías Utilizadas

Tecnología (Software)	Descripción	Versión
Visual Studio Code	IDE utilizado para el desarrollo del código fuente del sistema.	1.102+
Laravel 11	Framework PHP para el backend. Implementa la API REST, el patrón Repository-Service y las migraciones de base de datos.	11.x
Laravel Sanctum	Librería de autenticación de Laravel para la gestión de tokens de sesión Bearer.	4.x

Tecnología (Software)	Descripción	Versión
Eloquent ORM	ORM incluido en Laravel para la gestión de la base de datos SQLite mediante modelos PHP.	Laravel 11
SQLite	Motor de base de datos embebido, sin servidor, utilizado para el almacenamiento persistente del inventario.	3.x
React 18	Biblioteca JavaScript para el desarrollo de la interfaz de usuario basada en componentes reutilizables.	18.x
TypeScript	Superconjunto tipado de JavaScript utilizado en todo el frontend para mayor seguridad y mantenibilidad del código.	5.x
Vite	Herramienta de construcción y servidor de desarrollo para la aplicación React + TypeScript.	7.0
TailwindCSS	Framework CSS basado en utilidades para el desarrollo de interfaces responsivas.	4.0
qrcode.js	Biblioteca para la generación dinámica de códigos QR renderizados en canvas HTML5.	1.5.0
JsBarcode	Biblioteca para la generación de códigos de barras CODE128 en formato SVG.	3.12.0
html5-qrcode	Biblioteca para el escaneo de códigos QR y de barras mediante la cámara del dispositivo.	2.3.0
SweetAlert2	Librería para mostrar diálogos de confirmación y notificaciones visuales modernas.	11.x
Postman	Herramienta para el diseño, prueba y validación de los endpoints REST del sistema.	11.0
Git / GitHub	Herramientas para el control de versiones y respaldo del código fuente.	Git 2.49+

Tabla 19: Tecnologías utilizadas en el sistema

4.4.4.4 Requerimientos Funcionales

- El sistema deberá permitir registrar, consultar, modificar y eliminar herramientas del inventario.

- El sistema deberá permitir registrar, consultar, modificar y eliminar los insumos del vivero.
- El sistema deberá generar y asociar automáticamente un código único (TOOL-XXXX) para cada herramienta registrada.
- El sistema deberá generar y permitir imprimir etiquetas con códigos QR o códigos de barras CODE128 para cada herramienta.
- El sistema deberá permitir identificar una herramienta mediante el escaneo de su código QR o código de barras utilizando la cámara del dispositivo.
- El sistema deberá permitir registrar préstamos de herramientas, actualizando automáticamente el estado a PRESTADA.
- El sistema deberá permitir registrar la devolución de herramientas, actualizando automáticamente el estado a DISPONIBLE.
- El sistema deberá registrar automáticamente un movimiento en el historial por cada cambio de estado de una herramienta.
- El sistema deberá consultar el estado actual de cada herramienta (DISPONIBLE, PRESTADA, EN MANTENIMIENTO, DAÑADA).
- El sistema deberá generar reportes de inventario, préstamos, devoluciones y mantenimientos con filtros avanzados.
- El sistema deberá permitir buscar herramientas e insumos por nombre, código o descripción en tiempo real.
- El sistema deberá permitir el inicio de sesión de los usuarios mediante credenciales (email y contraseña) protegidas por Laravel Sanctum.
- El sistema deberá restringir el acceso a las funcionalidades según el rol del usuario (administrador u operario).

- El sistema deberá alertar visualmente cuando el stock de un insumo esté por debajo del mínimo establecido.

4.4.4.5 Requerimientos No Funcionales

- La interfaz debe ser intuitiva, moderna y responsiva, adaptándose a dispositivos de escritorio, tablet y móvil.
- El sistema deberá generar identificadores únicos para cada herramienta registrada en el sistema.
- El tiempo requerido para generar un código QR o código de barras no deberá superar los 2 segundos.
- El tiempo de respuesta para la consulta o identificación de una herramienta no deberá superar los 3 segundos bajo condiciones normales de operación.
- El sistema deberá garantizar la integridad y consistencia de los datos mediante transacciones de base de datos en todas las operaciones críticas.
- El sistema deberá operar correctamente en dispositivos con acceso a cámara para el escaneo de códigos QR y de barras.
- La aplicación web deberá ser compatible con los navegadores modernos: Chrome 120+, Firefox 120+, Edge 120+.

4.4.5 Roles y Responsabilidades

Roles	Descripción	Responsable
Tecnista	Desarrolla e implementa el sistema	Investigador Principal
Tutor académico	Supervisión y guía del proyecto	Ing. Rocío Alexandra Mendoza Villamar
Encargado del vivero	Validación de los requerimientos	Encargado ULEAM El Carmen
Encargado del almacén	Supervisión y control de las herramientas	Personal del Vivero

Tabla 20: Roles y Responsabilidades

4.4.6 Planificación del Sprint

4.4.6.1 Desarrollo para la gestión de datos

Sprint 1: Gestión de datos	
Duración:	3 días
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Implementar la funcionalidad de creación, consulta, modificación y eliminación de herramientas e insumos, asegurando validación de datos y confirmaciones visuales.
Historia de usuario:	HU01: Como encargado del vivero, deseo registrar herramientas e insumos para disponer de la información necesaria para el proceso de identificación automática.
Tareas de desarrollo:	- Hacer las migraciones para la base de datos en SQLite (las tablas tools y supplies) usando Eloquent ORM. - Dejar creados los modelos Tool y Supply poniéndoles sus estados y relaciones. - Codificar el ToolController y el SupplyController con sus respectivos endpoints REST. - Programar el ToolService para que genere solito el código único (estilo TOOL-XXXX). - Desarrollar la interfaz ToolsPage.tsx con formulario de registro y búsqueda en tiempo real. - Integrar SweetAlert2 para confirmaciones y mensajes de error. - Realizar pruebas de integración con Postman.
Plan de entrega:	Día 1: Hacer el diseño y creación de las migraciones, armar modelos en Eloquent y dejar listos los endpoints REST. Día 2: Programar la interfaz React (ToolsPage, SuppliesPage) con formularios de registro, validaciones y búsqueda con debounce. Día 3: Hacer pruebas de integración del módulo completo y ajustes finales.
Desarrollo realizado	Durante el Sprint se implementaron las estructuras de base de datos para almacenar herramientas e insumos, junto con los modelos y controladores necesarios para gestionar la información. Posteriormente, se integraron los servicios del backend con las interfaces desarrolladas en React, permitiendo registrar, consultar, modificar y eliminar registros. También se incorporaron validaciones de los datos y mensajes de confirmación para las operaciones realizadas.
Evidencias del desarrollo	Evidencia 1: Migraciones y estructura de las tablas de herramientas e insumos. Evidencia 2: Modelos Tool y Supply y sus relaciones. Evidencia 3: Endpoints REST probados mediante Postman. Evidencia 4: Interfaz de registro y consulta de herramientas. Evidencia 5: Interfaz de gestión de insumos. Evidencia 6: Mensajes de confirmación y validación de operaciones. Evidencia 7: Prueba del registro, modificación, consulta y eliminación de un registro.
Pruebas realizadas	Se realizaron pruebas de integración para comprobar las operaciones de registro, consulta, modificación y eliminación de herramientas e insumos. También se verificó la generación automática del código único, la validación de los campos obligatorios y la comunicación entre el frontend y el backend.

Sprint 1: Gestión de datos	
Resultado del Sprint	Se obtuvo un incremento funcional correspondiente al módulo de gestión de datos, permitiendo administrar herramientas e insumos desde la aplicación. Las funcionalidades planificadas para el Sprint fueron desarrolladas, integradas y probadas, quedando disponibles para ser utilizadas en los siguientes Sprint.
Estado	Completado

Tabla 21: Gestión de datos

4.4.6.2 Desarrollo para la generación de identificadores

Sprint 2: Generación de identificadores	
Duración:	4 días
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Implementar la generación automática de etiquetas de identificación mediante códigos QR (qrcode.js) y códigos de barras CODE128 (jsbarcode) con opciones de tamaño e impresión directa.
Historia de usuario:	HU02: Como encargado, deseo generar códigos QR y códigos de barras para identificar automáticamente cada herramienta del vivero.
Tareas de desarrollo:	- Dejar implementando la biblioteca qrcode.js para la generación de QR en canvas HTML5. - Integrar la biblioteca jsbarcode para la generación de código CODE128 en SVG. - Dejar creando el modal de etiqueta con selección de formato (QR/Barras) y tamaño (40x20mm / 50x30mm / 70x50mm). - Programar la funcionalidad de impresión directa desde el navegador (window.print()). - Validar que cada identificador sea único dentro del sistema. - Realizar pruebas de generación, visualización e impresión.
Plan de entrega:	Día 1: Integrar qrcode.js y jsbarcode, y programar la generación dinámica de identificadores. Día 2: Programar la vista previa de la etiqueta con las tres opciones de tamaño. Día 3: Implementar la impresión directa desde el navegador con window.print(). Día 4: Pruebas funcionales de generación, visualización e impresión de etiquetas.
Desarrollo realizado	Durante el Sprint se implementó el módulo de generación de identificadores para las herramientas registradas en el inventario. Se integraron las bibliotecas qrcode.js y jsbarcode para generar códigos QR y códigos de barras CODE128 respectivamente. Posteriormente, se desarrolló la interfaz para seleccionar el tipo de identificador y el tamaño de la etiqueta, permitiendo visualizar previamente el resultado antes de su impresión. Finalmente, se incorporó la impresión directa desde el navegador y se realizaron las validaciones correspondientes para evitar la generación de identificadores duplicados.
Evidencias del desarrollo	Evidencia 1: Integración de qrcode.js para la generación del código QR. Evidencia 2: Generación del código de barras CODE128 mediante jsbarcode.

Sprint 2: Generación de identificadores	
	Evidencia 3: Modal de generación y configuración de la etiqueta. Evidencia 4: Selección de los tamaños 40 × 20 mm, 50 × 30 mm y 70 × 50 mm. Evidencia 5: Vista previa de una etiqueta QR generada. Evidencia 6: Vista previa de una etiqueta con código de barras CODE128. Evidencia 7: Prueba de impresión directa de la etiqueta desde el navegador. Evidencia 8: Validación de la unicidad del identificador generado.
Pruebas realizadas	Se realizaron pruebas funcionales para comprobar la generación de códigos QR y CODE128, la visualización de las etiquetas en los diferentes tamaños configurados y la impresión directa desde el navegador. También se verificó que los identificadores generados correspondan a una herramienta registrada y que no existan identificadores duplicados dentro del sistema.
Resultado del Sprint	Se obtuvo un incremento funcional correspondiente al módulo de generación de identificadores. El sistema permite generar códigos QR y códigos de barras CODE128 asociados a las herramientas registradas, seleccionar diferentes tamaños de etiqueta, visualizar el resultado y realizar su impresión directa.
Estado	Completado

Tabla 22: Generación de identificadores

4.4.6.3 Desarrollo para la solicitud de préstamos

Sprint 3: Solicitud de préstamos	
Duración:	3 días
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Implementar el registro de préstamos mediante el escaneo de códigos QR o de barras utilizando la cámara del dispositivo (html5-qrcode).
Historia de usuario:	HU03: Como estudiante, mi deseo es simplemente escanear una herramienta para que se me registre automáticamente el préstamo y así no perdamos la trazabilidad de quién la usa.
Tareas de desarrollo:	-Construir la pantallita del escáner (WebScanner) usando html5-qrcode y forzando a que use la cámara de atrás a unos 10 FPS. -Programar la ruta (endpoint GET /api/v1/tools/code/{code}) que va a buscar las cosas por su código. -Crear el modal ToolDetailsModal poniéndole sus botones para Prestar y Devolver. -Programar la ruta PATCH (/api/v1/tools/{id}/status) que es la que se va a encargar de actualizar en qué estado está la herramienta. -Hacer que se guarde en automático el movimiento de que salió algo (tipo BORROW) directo en la tabla movements. -Poner un candado o validación para que el sistema solo deje prestar cosas que digan AVAILABLE. -Correr pruebas funcionales de todo este proceso.
Plan de entrega:	Día 1: Dejar armado el WebScanner con la librería html5-qrcode para que consulte solita al backend.

Sprint 3: Solicitud de préstamos	
	Día 2: Dejar funcionando que se registre el préstamo, que se actualice el estado y que se anote en el historial. Día 3: Puro hacer pruebas de que escanee bien, identifique, pida confirmación y se registre todo sin fallos.
Desarrollo realizado	Durante el Sprint se desarrolló el módulo de identificación mediante cámara y se integró con el backend para consultar la información asociada al código leído. Posteriormente, se implementó el flujo de solicitud de préstamo, permitiendo consultar la herramienta, verificar su disponibilidad y registrar el movimiento correspondiente. También se incorporó la actualización automática del estado de la herramienta y el almacenamiento del movimiento en el historial.
Evidencias del desarrollo	Evidencia 1: Interfaz WebScanner utilizando la cámara del dispositivo. Evidencia 2: Resultado de la lectura de un código QR o de barras. Evidencia 3: Consulta de la herramienta mediante el código identificado. Evidencia 4: Ventana con los datos de la herramienta y opción para solicitar el préstamo. Evidencia 5: Confirmación del registro del préstamo. Evidencia 6: Cambio del estado de la herramienta a BORROWED. Evidencia 7: Registro del movimiento BORROW en el historial.
Pruebas realizadas	Se realizaron pruebas funcionales para comprobar la lectura de los identificadores, consulta de la herramienta, validación de disponibilidad, registro del préstamo, actualización del estado y almacenamiento del movimiento correspondiente. También se verificó que una herramienta que no se encuentre disponible no pueda ser prestada nuevamente.
Resultado del Sprint	Se obtuvo un incremento funcional correspondiente al proceso de solicitud de préstamos. El sistema permite identificar una herramienta, consultar su información, verificar su disponibilidad y registrar el préstamo junto con la actualización de su estado y el movimiento correspondiente.
Estado	Completado

Tabla 23: Solicitud de préstamos

4.4.6.4 Desarrollo para la solicitud de devoluciones

Sprint 4: Solicitud de devolución	
Duración:	3 días
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Dejar listo todo el proceso para que se puedan devolver las herramientas solo identificándolas automáticamente, que el sistema cambie el estado y anote el movimiento solo.
Historia de usuario:	HU04: Como estudiante, mi deseo es poder anotar que ya devolví una herramienta nada más escaneándola, para que así el sistema la vuelva a poner disponible solito.
Tareas de desarrollo:	-Meterle mano al modal ToolDetailsModal para agregarle todo el flujo de cuando se devuelve algo. -Poner una validación para chequear que la herramienta de verdad esté prestada (BORROWED) antes de dejar que la devuelvan.

Sprint 4: Solicitud de devolución	
	-Hacer que, al confirmar la devolución, el sistema cambie en automático el estado a AVAILABLE. -Que el sistema anote el movimiento (como tipo RETURN) en nuestra tabla movements, guardando la fecha y quién la devolvió. -Poner esos mensajitos de éxito (tipo toast) para confirmar que todo salió bien. -Correrle pruebas funcionales para ver que devolver una herramienta no dé problemas.
Plan de entrega:	Día 1: Armar toda la lógica de la devolución en el ToolDetailsModal y preparar la ruta (endpoint) que actualiza los estados. Día 2: Hacer que se guarde el movimiento RETURN y que le salgan los avisos de éxito al usuario. Día 3: Dedicarnos a hacer pruebas de todo el ciclo completo (ver que se preste, se devuelva y que quede todo en el historial).
Desarrollo realizado	Durante el Sprint se incorporó el flujo de devolución al módulo de gestión de herramientas. Se implementaron las validaciones necesarias para evitar devoluciones de herramientas que no estuvieran registradas como prestadas. Una vez confirmada la operación, el sistema actualizó el estado de la herramienta a disponible y registró el movimiento correspondiente en el historial.
Evidencias del desarrollo	Evidencia 1: Consulta de una herramienta previamente prestada. Evidencia 2: Visualización del estado BORROWED y opción de devolución. Evidencia 3: Confirmación de la devolución. Evidencia 4: Actualización del estado de la herramienta a AVAILABLE. Evidencia 5: Registro del movimiento RETURN en el historial. Evidencia 6: Mensaje de confirmación de la devolución. Evidencia 7: Evidencia del ciclo completo de préstamo y devolución.
Pruebas realizadas	Se realizaron pruebas funcionales para comprobar que solamente las herramientas en estado BORROWED puedan ser devueltas. También se verificó la actualización del estado, el registro del movimiento RETURN, la información del usuario y la fecha de la operación. Finalmente, se probó el ciclo completo desde el préstamo hasta la devolución.
Resultado del Sprint	Se obtuvo un incremento funcional que permite completar el proceso de devolución de herramientas. La operación actualiza el estado de la herramienta y genera el registro correspondiente en el historial, permitiendo mantener la continuidad del ciclo préstamo-devolución.
Estado	Completado

Tabla 24: Solicitud de devolución

4.4.6.5 Desarrollo para el inicio de sesión

Sprint 5: Reportes	
Duración:	5 días

Sprint 5: Reportes	
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Implementar el módulo de reportes con estadísticas e impresión directa.
Historia de usuario:	HU05: Como un usuario normal, quiero poder entrar a ver los reportes del sistema de una manera muy segura.
Tareas de desarrollo:	-Armar la pantalla de los reportes (la ReportsPage) y meterle 4 pestañas para separar: Herramientas, Insumos, Usuarios y los Movimientos. -Dejar funcionando las estadísticas para que se vean en tiempo real y meterle filtros un poco más avanzados. -Codificar la opción para que se pueda imprimir directamente y que en la hoja salga el encabezado oficial del Vivero ULEAM. -Hacerle buenas pruebas a la parte del inicio de sesión y a cómo se generan los reportes.
Plan de entrega:	Día 1: Dejar lista la ReportsPage junto con sus 4 pestañitas y la vista de estadísticas. Días 2-3: Implementar filtros avanzados y funcionalidad de impresión. Días 4-5: Pruebas de integración del sistema completo.
Desarrollo realizado	Durante el Sprint se desarrolló el módulo de reportes y se integró con la información almacenada en el sistema. Se organizaron los datos en diferentes secciones para facilitar su consulta y se incorporaron estadísticas y filtros para mejorar la visualización de la información. También se implementó la generación de reportes para impresión con el encabezado institucional correspondiente.
Evidencias del desarrollo	Evidencia 1: Vista principal del módulo ReportsPage. Evidencia 2: Reporte de herramientas registradas. Evidencia 3: Reporte de insumos registrados. Evidencia 4: Reporte de usuarios registrados. Evidencia 5: Reporte de movimientos de inventario. Evidencia 6: Aplicación de filtros para consultar información específica. Evidencia 7: Visualización de estadísticas del inventario. Evidencia 8: Vista previa o impresión del reporte con el encabezado institucional.
Pruebas realizadas	Se realizaron pruebas de acceso al módulo, consulta de información, aplicación de filtros, generación de estadísticas e impresión de reportes. También se verificó que los datos mostrados correspondan con la información registrada en el sistema y que el módulo pueda integrarse correctamente con los demás componentes desarrollados.
Resultado del Sprint	Se obtuvo un incremento funcional correspondiente al módulo de reportes, permitiendo consultar información organizada sobre herramientas, insumos, usuarios y movimientos. Además, se incorporaron filtros, estadísticas y generación de reportes para impresión, proporcionando información útil para el control del inventario.
Estado	Completado

Tabla 25: Reportes

4.4.7 Backlog del Producto

4.4.7.1 Backlog del producto - Inicial

ID	Tarea	Prioridad	Estado
01	Diseñar la estructura de la base de datos para las entidades de herramientas e insumos.	Alta	Por hacer
02	Configurar la conexión de Laravel 11 con SQLite mediante Eloquent ORM.	Alta	Por hacer
03	Desarrollar los modelos Tool y Supply, incluyendo sus atributos, estados y relaciones.	Alta	Por hacer
04	Ejecutar las migraciones y verificar la correcta creación de las tablas de herramientas e insumos.	Alta	Por hacer
05	Desarrollar el formulario para registrar herramientas con sus respectivas validaciones.	Alta	Por hacer
06	Implementar la generación automática del código único de las herramientas.	Alta	Por hacer
07	Desarrollar la funcionalidad de modificación de herramientas.	Alta	Por hacer
08	Implementar la eliminación lógica de herramientas mediante Soft Delete.	Alta	Por hacer
09	Integrar mensajes visuales de confirmación y error mediante SweetAlert2.	Media	Por hacer
10	Desarrollar las pruebas de integración del módulo de herramientas mediante Postman.	Alta	Por hacer
11	Desarrollar el formulario para registrar insumos, incluyendo sus datos de identificación y stock mínimo.	Alta	Por hacer
12	Implementar las funciones de modificación y eliminación de insumos.	Alta	Por hacer
13	Implementar alertas visuales para informar cuando el stock de un insumo se encuentre por debajo del mínimo establecido.	Alta	Por hacer
14	Desarrollar las vistas de inventario para la visualización de registros en formato de lista y tarjetas.	Alta	Por hacer
15	Implementar la búsqueda en tiempo real de herramientas e insumos mediante un mecanismo de debounce.	Media	Por hacer
16	Integrar qrcode.js para la generación de códigos QR mediante Canvas HTML5.	Alta	Por hacer
17	Integrar jsbarcode para la generación de códigos de barras CODE128 mediante SVG.	Alta	Por hacer
18	Desarrollar la vista previa de etiquetas con tamaños de 40 × 20 mm, 50 × 30 mm y 70 × 50 mm.	Media	Por hacer
19	Implementar la impresión directa de las etiquetas desde el navegador mediante window.print().	Alta	Por hacer
20	Validar la unicidad de los identificadores y realizar pruebas de generación, visualización e impresión.	Alta	Por hacer
21	Integrar html5-qrcode para realizar el escaneo de identificadores mediante la cámara del dispositivo.	Alta	Por hacer

ID	Tarea	Prioridad	Estado
22	Implementar la identificación automática de herramientas mediante códigos QR y CODE128.	Alta	Por hacer
23	Desarrollar ToolDetailsModal para mostrar la información de la herramienta identificada.	Alta	Por hacer
24	Implementar el registro de préstamos y actualizar el estado de la herramienta a BORROWED.	Alta	Por hacer
25	Registrar automáticamente el movimiento BORROW en la tabla de movimientos.	Alta	Por hacer
26	Validar que solamente las herramientas en estado AVAILABLE puedan ser prestadas.	Alta	Por hacer
27	Implementar el registro de devoluciones y actualizar el estado de la herramienta a AVAILABLE.	Alta	Por hacer
28	Registrar automáticamente el movimiento RETURN en la tabla de movimientos.	Alta	Por hacer
29	Implementar mensajes de confirmación para informar el resultado de las operaciones de devolución.	Media	Por hacer
30	Validar que solamente las herramientas en estado BORROWED puedan ser devueltas.	Media	Por hacer
31	Realizar pruebas funcionales del ciclo completo de préstamo y devolución.	Alta	Por hacer
32	Desarrollar ReportsPage con secciones para herramientas, insumos, usuarios y movimientos.	Alta	Por hacer
33	Implementar estadísticas relacionadas con la disponibilidad y movimientos del inventario.	Alta	Por hacer
34	Implementar filtros de consulta por estado, tipo, usuario y fecha.	Media	Por hacer
35	Implementar la impresión directa de reportes con el encabezado institucional del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen.	Alta	Por hacer
36	Realizar pruebas de consulta, filtrado, generación e impresión de reportes.	Media	Por hacer
37	Realizar pruebas de integración del sistema completo.	Alta	Por hacer
38	Corregir los errores identificados durante las pruebas de integración.	Alta	Por hacer
39	Realizar ajustes finales de interfaz y experiencia de usuario.	Alta	Por hacer

Tabla 26: Backlog del producto inicial

4.4.7.2 Backlog del producto - Sprint 1

ID	Tarea	Prioridad	Estado
01	Diseñar la estructura de la base de datos para las entidades de herramientas e insumos.	Alta	Por hacer
02	Configurar la conexión de Laravel 11 con SQLite mediante Eloquent ORM.	Alta	Por hacer

ID	Tarea	Prioridad	Estado
03	Desarrollar los modelos Tool y Supply, incluyendo sus atributos, estados y relaciones.	Alta	Por hacer
04	Ejecutar las migraciones y verificar la correcta creación de las tablas de herramientas e insumos.	Alta	Por hacer
05	Desarrollar el formulario para registrar herramientas con sus respectivas validaciones.	Alta	Por hacer
06	Implementar la generación automática del código único de las herramientas.	Alta	Por hacer
07	Desarrollar la funcionalidad de modificación de herramientas.	Alta	Por hacer
08	Implementar la eliminación lógica de herramientas mediante Soft Delete.	Alta	Por hacer
09	Integrar mensajes visuales de confirmación y error mediante SweetAlert2.	Media	Por hacer
10	Desarrollar las pruebas de integración del módulo de herramientas mediante Postman.	Alta	Por hacer
11	Desarrollar el formulario para registrar insumos, incluyendo sus datos de identificación y stock mínimo.	Alta	Por hacer
12	Implementar las funciones de modificación y eliminación de insumos.	Alta	Por hacer
13	Implementar alertas visuales para informar cuando el stock de un insumo se encuentre por debajo del mínimo establecido.	Alta	Por hacer
14	Desarrollar las vistas de inventario para la visualización de registros en formato de lista y tarjetas.	Alta	Por hacer
15	Implementar la búsqueda en tiempo real de herramientas e insumos mediante un mecanismo de debounce.	Media	Por hacer
16	Integrar qrcode.js para la generación de códigos QR mediante Canvas HTML5.	Alta	Por hacer
17	Integrar jsbarcode para la generación de códigos de barras CODE128 mediante SVG.	Alta	Por hacer
18	Desarrollar la vista previa de etiquetas con tamaños de 40 × 20 mm, 50 × 30 mm y 70 × 50 mm.	Media	Por hacer
19	Implementar la impresión directa de las etiquetas desde el navegador mediante window.print().	Alta	Por hacer
20	Validar la unicidad de los identificadores y realizar pruebas de generación, visualización e impresión.	Alta	Por hacer
21	Integrar html5-qrcode para realizar el escaneo de identificadores mediante la cámara del dispositivo.	Alta	Por hacer
22	Implementar la identificación automática de herramientas mediante códigos QR y CODE128.	Alta	Por hacer
23	Desarrollar ToolDetailsModal para mostrar la información de la herramienta identificada.	Alta	Por hacer
24	Implementar el registro de préstamos y actualizar el estado de la herramienta a BORROWED.	Alta	Por hacer

ID	Tarea	Prioridad	Estado
25	Registrar automáticamente el movimiento BORROW en la tabla de movimientos.	Alta	Por hacer
26	Validar que solamente las herramientas en estado AVAILABLE puedan ser prestadas.	Alta	Por hacer
27	Implementar el registro de devoluciones y actualizar el estado de la herramienta a AVAILABLE.	Alta	Por hacer
28	Registrar automáticamente el movimiento RETURN en la tabla de movimientos.	Alta	Por hacer
29	Implementar mensajes de confirmación para informar el resultado de las operaciones de devolución.	Media	Por hacer
30	Validar que solamente las herramientas en estado BORROWED puedan ser devueltas.	Media	Por hacer
31	Realizar pruebas funcionales del ciclo completo de préstamo y devolución.	Alta	Por hacer
32	Desarrollar ReportsPage con secciones para herramientas, insumos, usuarios y movimientos.	Alta	Por hacer
33	Implementar estadísticas relacionadas con la disponibilidad y movimientos del inventario.	Alta	Por hacer
34	Implementar filtros de consulta por estado, tipo, usuario y fecha.	Media	Por hacer
35	Implementar la impresión directa de reportes con el encabezado institucional del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen.	Alta	Por hacer
36	Realizar pruebas de consulta, filtrado, generación e impresión de reportes.	Media	Por hacer
37	Realizar pruebas de integración del sistema completo.	Alta	Por hacer
38	Corregir los errores identificados durante las pruebas de integración.	Alta	Por hacer
39	Realizar ajustes finales de interfaz y experiencia de usuario.	Alta	Por hacer

Tabla 27: Backlog del producto Sprint 1

4.4.7.3 Backlog del producto - Sprint 2

ID	Tarea	Prioridad	Estado
01	Diseñar la estructura de la base de datos para las entidades de herramientas e insumos.	Alta	Completado
02	Configurar la conexión de Laravel 11 con SQLite mediante Eloquent ORM.	Alta	Completado
03	Desarrollar los modelos Tool y Supply, incluyendo sus atributos, estados y relaciones.	Alta	Completado
04	Ejecutar las migraciones y verificar la correcta creación de las tablas de herramientas e insumos.	Alta	Completado
05	Desarrollar el formulario para registrar herramientas con sus respectivas validaciones.	Alta	Completado

ID	Tarea	Prioridad	Estado
06	Implementar la generación automática del código único de las herramientas.	Alta	Completado
07	Desarrollar la funcionalidad de modificación de herramientas.	Alta	Completado
08	Implementar la eliminación lógica de herramientas mediante Soft Delete.	Alta	Completado
09	Integrar mensajes visuales de confirmación y error mediante SweetAlert2.	Media	Completado
10	Desarrollar las pruebas de integración del módulo de herramientas mediante Postman.	Alta	Completado
11	Desarrollar el formulario para registrar insumos, incluyendo sus datos de identificación y stock mínimo.	Alta	Completado
12	Implementar las funciones de modificación y eliminación de insumos.	Alta	Completado
13	Implementar alertas visuales para informar cuando el stock de un insumo se encuentre por debajo del mínimo establecido.	Alta	Completado
14	Desarrollar las vistas de inventario para la visualización de registros en formato de lista y tarjetas.	Alta	Completado
15	Implementar la búsqueda en tiempo real de herramientas e insumos mediante un mecanismo de debounce.	Media	Completado
16	Integrar qrcode.js para la generación de códigos QR mediante Canvas HTML5.	Alta	Completado
17	Integrar jsbarcode para la generación de códigos de barras CODE128 mediante SVG.	Alta	Completado
18	Desarrollar la vista previa de etiquetas con tamaños de 40 × 20 mm, 50 × 30 mm y 70 × 50 mm.	Media	Completado
19	Implementar la impresión directa de las etiquetas desde el navegador mediante window.print().	Alta	Completado
20	Validar la unicidad de los identificadores y realizar pruebas de generación, visualización e impresión.	Alta	Completado
21	Integrar html5-qrcode para realizar el escaneo de identificadores mediante la cámara del dispositivo.	Alta	Completado
22	Implementar la identificación automática de herramientas mediante códigos QR y CODE128.	Alta	Completado
23	Desarrollar ToolDetailsModal para mostrar la información de la herramienta identificada.	Alta	Por hacer
24	Implementar el registro de préstamos y actualizar el estado de la herramienta a BORROWED.	Alta	Por hacer
25	Registrar automáticamente el movimiento BORROW en la tabla de movimientos.	Alta	Por hacer
26	Validar que solamente las herramientas en estado AVAILABLE puedan ser prestadas.	Alta	Por hacer
27	Implementar el registro de devoluciones y actualizar el estado de la herramienta a AVAILABLE.	Alta	Por hacer

ID	Tarea	Prioridad	Estado
28	Registrar automáticamente el movimiento RETURN en la tabla de movimientos.	Alta	Por hacer
29	Implementar mensajes de confirmación para informar el resultado de las operaciones de devolución.	Media	Por hacer
30	Validar que solamente las herramientas en estado BORROWED puedan ser devueltas.	Media	Por hacer
31	Realizar pruebas funcionales del ciclo completo de préstamo y devolución.	Alta	Por hacer
32	Desarrollar ReportsPage con secciones para herramientas, insumos, usuarios y movimientos.	Alta	Por hacer
33	Implementar estadísticas relacionadas con la disponibilidad y movimientos del inventario.	Alta	Por hacer
34	Implementar filtros de consulta por estado, tipo, usuario y fecha.	Media	Por hacer
35	Implementar la impresión directa de reportes con el encabezado institucional del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen.	Alta	Por hacer
36	Realizar pruebas de consulta, filtrado, generación e impresión de reportes.	Media	Por hacer
37	Realizar pruebas de integración del sistema completo.	Alta	Por hacer
38	Corregir los errores identificados durante las pruebas de integración.	Alta	Por hacer
39	Realizar ajustes finales de interfaz y experiencia de usuario.	Alta	Por hacer

Tabla 28: Backlog del producto Sprint 2

4.4.7.4 Backlog del producto - Sprint 3

ID	Tarea	Prioridad	Estado
01	Diseñar la estructura de la base de datos para las entidades de herramientas e insumos.	Alta	Completado
02	Configurar la conexión de Laravel 11 con SQLite mediante Eloquent ORM.	Alta	Completado
03	Desarrollar los modelos Tool y Supply, incluyendo sus atributos, estados y relaciones.	Alta	Completado
04	Ejecutar las migraciones y verificar la correcta creación de las tablas de herramientas e insumos.	Alta	Completado
05	Desarrollar el formulario para registrar herramientas con sus respectivas validaciones.	Alta	Completado
06	Implementar la generación automática del código único de las herramientas.	Alta	Completado
07	Desarrollar la funcionalidad de modificación de herramientas.	Alta	Completado
08	Implementar la eliminación lógica de herramientas mediante Soft Delete.	Alta	Completado

ID	Tarea	Prioridad	Estado
09	Integrar mensajes visuales de confirmación y error mediante SweetAlert2.	Media	Completado
10	Desarrollar las pruebas de integración del módulo de herramientas mediante Postman.	Alta	Completado
11	Desarrollar el formulario para registrar insumos, incluyendo sus datos de identificación y stock mínimo.	Alta	Completado
12	Implementar las funciones de modificación y eliminación de insumos.	Alta	Completado
13	Implementar alertas visuales para informar cuando el stock de un insumo se encuentre por debajo del mínimo establecido.	Alta	Completado
14	Desarrollar las vistas de inventario para la visualización de registros en formato de lista y tarjetas.	Alta	Completado
15	Implementar la búsqueda en tiempo real de herramientas e insumos mediante un mecanismo de debounce.	Media	Completado
16	Integrar qrcode.js para la generación de códigos QR mediante Canvas HTML5.	Alta	Completado
17	Integrar jsbarcode para la generación de códigos de barras CODE128 mediante SVG.	Alta	Completado
18	Desarrollar la vista previa de etiquetas con tamaños de 40 × 20 mm, 50 × 30 mm y 70 × 50 mm.	Media	Completado
19	Implementar la impresión directa de las etiquetas desde el navegador mediante window.print().	Alta	Completado
20	Validar la unicidad de los identificadores y realizar pruebas de generación, visualización e impresión.	Alta	Completado
21	Integrar html5-qrcode para realizar el escaneo de identificadores mediante la cámara del dispositivo.	Alta	Completado
22	Implementar la identificación automática de herramientas mediante códigos QR y CODE128.	Alta	Completado
23	Desarrollar ToolDetailsModal para mostrar la información de la herramienta identificada.	Alta	Completado
24	Implementar el registro de préstamos y actualizar el estado de la herramienta a BORROWED.	Alta	Completado
25	Registrar automáticamente el movimiento BORROW en la tabla de movimientos.	Alta	Completado
26	Validar que solamente las herramientas en estado AVAILABLE puedan ser prestadas.	Alta	Completado
27	Implementar el registro de devoluciones y actualizar el estado de la herramienta a AVAILABLE.	Alta	Completado
28	Registrar automáticamente el movimiento RETURN en la tabla de movimientos.	Alta	Completado
29	Implementar mensajes de confirmación para informar el resultado de las operaciones de devolución.	Media	Completado
30	Validar que solamente las herramientas en estado BORROWED puedan ser devueltas.	Media	Por hacer

ID	Tarea	Prioridad	Estado
31	Realizar pruebas funcionales del ciclo completo de préstamo y devolución.	Alta	Por hacer
32	Desarrollar ReportsPage con secciones para herramientas, insumos, usuarios y movimientos.	Alta	Por hacer
33	Implementar estadísticas relacionadas con la disponibilidad y movimientos del inventario.	Alta	Por hacer
34	Implementar filtros de consulta por estado, tipo, usuario y fecha.	Media	Por hacer
35	Implementar la impresión directa de reportes con el encabezado institucional del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen.	Alta	Por hacer
36	Realizar pruebas de consulta, filtrado, generación e impresión de reportes.	Media	Por hacer
37	Realizar pruebas de integración del sistema completo.	Alta	Por hacer
38	Corregir los errores identificados durante las pruebas de integración.	Alta	Por hacer
39	Realizar ajustes finales de interfaz y experiencia de usuario.	Alta	Por hacer

Tabla 29: Backlog del producto Sprint 3

4.4.7.5 Backlog del producto - Sprint 4 (Final)

ID	Tarea	Prioridad	Estado
01	Diseñar la estructura de la base de datos para las entidades de herramientas e insumos.	Alta	Completado
02	Configurar la conexión de Laravel 11 con SQLite mediante Eloquent ORM.	Alta	Completado
03	Desarrollar los modelos Tool y Supply, incluyendo sus atributos, estados y relaciones.	Alta	Completado
04	Ejecutar las migraciones y verificar la correcta creación de las tablas de herramientas e insumos.	Alta	Completado
05	Desarrollar el formulario para registrar herramientas con sus respectivas validaciones.	Alta	Completado
06	Implementar la generación automática del código único de las herramientas.	Alta	Completado
07	Desarrollar la funcionalidad de modificación de herramientas.	Alta	Completado
08	Implementar la eliminación lógica de herramientas mediante Soft Delete.	Alta	Completado
09	Integrar mensajes visuales de confirmación y error mediante SweetAlert2.	Media	Completado
10	Desarrollar las pruebas de integración del módulo de herramientas mediante Postman.	Alta	Completado
11	Desarrollar el formulario para registrar insumos, incluyendo sus datos de identificación y stock mínimo.	Alta	Completado

ID	Tarea	Prioridad	Estado
12	Implementar las funciones de modificación y eliminación de insumos.	Alta	Completado
13	Implementar alertas visuales para informar cuando el stock de un insumo se encuentre por debajo del mínimo establecido.	Alta	Completado
14	Desarrollar las vistas de inventario para la visualización de registros en formato de lista y tarjetas.	Alta	Completado
15	Implementar la búsqueda en tiempo real de herramientas e insumos mediante un mecanismo de debounce.	Media	Completado
16	Integrar qrcode.js para la generación de códigos QR mediante Canvas HTML5.	Alta	Completado
17	Integrar jsbarcode para la generación de códigos de barras CODE128 mediante SVG.	Alta	Completado
18	Desarrollar la vista previa de etiquetas con tamaños de 40 × 20 mm, 50 × 30 mm y 70 × 50 mm.	Media	Completado
19	Implementar la impresión directa de las etiquetas desde el navegador mediante window.print().	Alta	Completado
20	Validar la unicidad de los identificadores y realizar pruebas de generación, visualización e impresión.	Alta	Completado
21	Integrar html5-qrcode para realizar el escaneo de identificadores mediante la cámara del dispositivo.	Alta	Completado
22	Implementar la identificación automática de herramientas mediante códigos QR y CODE128.	Alta	Completado
23	Desarrollar ToolDetailsModal para mostrar la información de la herramienta identificada.	Alta	Completado
24	Implementar el registro de préstamos y actualizar el estado de la herramienta a BORROWED.	Alta	Completado
25	Registrar automáticamente el movimiento BORROW en la tabla de movimientos.	Alta	Completado
26	Validar que solamente las herramientas en estado AVAILABLE puedan ser prestadas.	Alta	Completado
27	Implementar el registro de devoluciones y actualizar el estado de la herramienta a AVAILABLE.	Alta	Completado
28	Registrar automáticamente el movimiento RETURN en la tabla de movimientos.	Alta	Completado
29	Implementar mensajes de confirmación para informar el resultado de las operaciones de devolución.	Media	Completado
30	Validar que solamente las herramientas en estado BORROWED puedan ser devueltas.	Media	Completado
31	Realizar pruebas funcionales del ciclo completo de préstamo y devolución.	Alta	Completado
32	Desarrollar ReportsPage con secciones para herramientas, insumos, usuarios y movimientos.	Alta	Completado
33	Implementar estadísticas relacionadas con la disponibilidad y movimientos del inventario.	Alta	Completado

ID	Tarea	Prioridad	Estado
34	Implementar filtros de consulta por estado, tipo, usuario y fecha.	Media	Completado
35	Implementar la impresión directa de reportes con el encabezado institucional del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen.	Alta	Completado
36	Realizar pruebas de consulta, filtrado, generación e impresión de reportes.	Media	Completado
37	Realizar pruebas de integración del sistema completo.	Alta	Completado
38	Corregir los errores identificados durante las pruebas de integración.	Alta	Completado
39	Realizar ajustes finales de interfaz y experiencia de usuario.	Alta	Completado

Tabla 30: Backlog del producto Sprint 4 - Final

4.4.8 Interfaz de Usuario (UI) / Prototipos

La interfaz del sistema fue desarrollada con React 18, TypeScript y Tailwind CSS, aplicando principios de diseño moderno: como colores semánticos por estado de la herramienta (verde para disponible, ámbar para prestada, rojo para mantenimiento), tipografía clara, componentes responsivos y retroalimentación visual inmediata.

4.4.8.1 Mapa del sistema



Ilustración 15: Mapa del sistema

4.4.8.2 Pantallas del sistema

4.4.8.2.1 Pantalla de Gestión de Herramientas

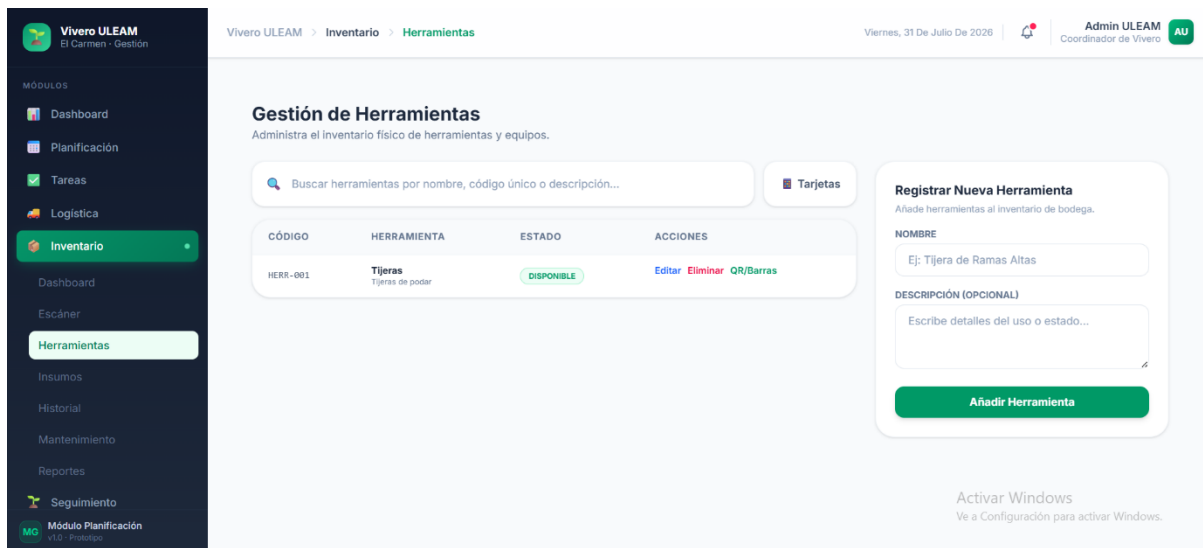


Ilustración 16: Pantalla de Gestión de Herramientas (ToolsPage)

La pantalla de gestión de herramientas presenta un catálogo en modo lista o tarjetas, con búsqueda en tiempo real, indicadores de estado por color y el formulario de registro lateral.

4.4.8.2.2 Pantalla de generación de etiqueta QR y código de barras

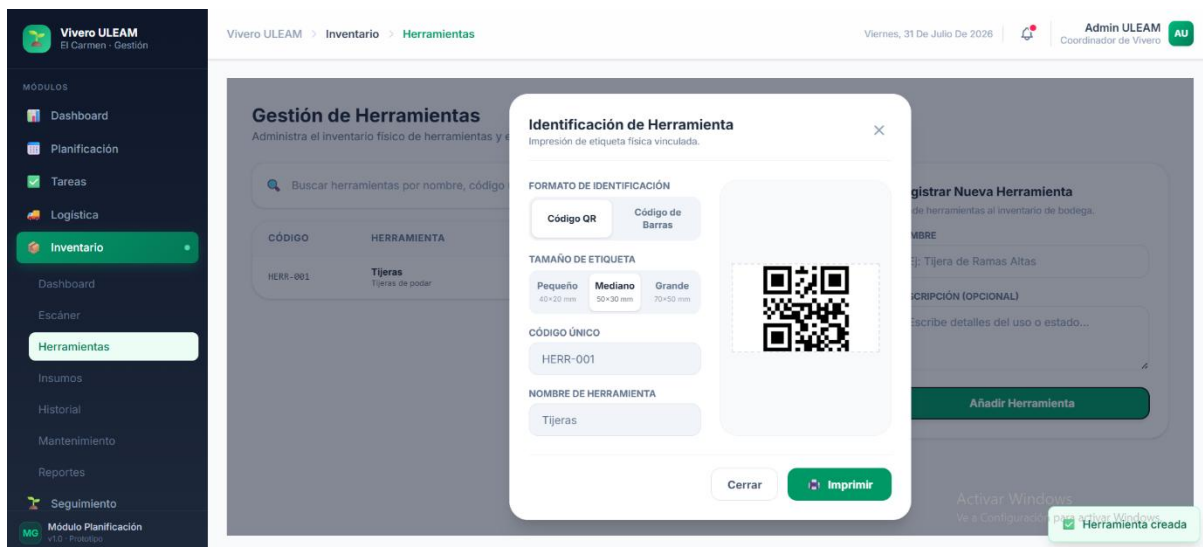


Ilustración 17: Pantalla de generación de etiqueta QR y código de barras

La pantalla de generación de identificadores permite seleccionar el formato (QR o código de barras CODE128) y el tamaño de etiqueta, generando la vista previa en tiempo real y permitiendo la impresión directa desde el navegador.

4.4.8.2.3 Pantalla de Escáner

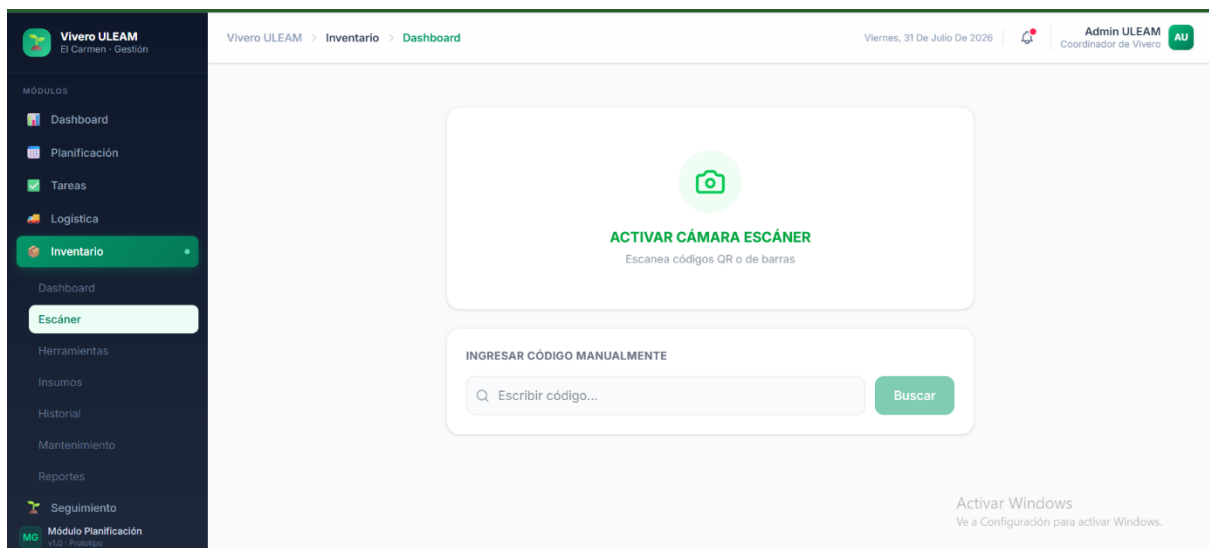


Ilustración 18: Pantalla de Escáner (ScannerPage)

La pantalla de escáner activa la cámara del dispositivo mediante html5-qrcode, mostrando el marco de detección con indicadores visuales. Al leer el código, se muestra automáticamente el modal con los datos de la herramienta identificada.

4.4.8.2.4 Pantalla de detalles de herramienta

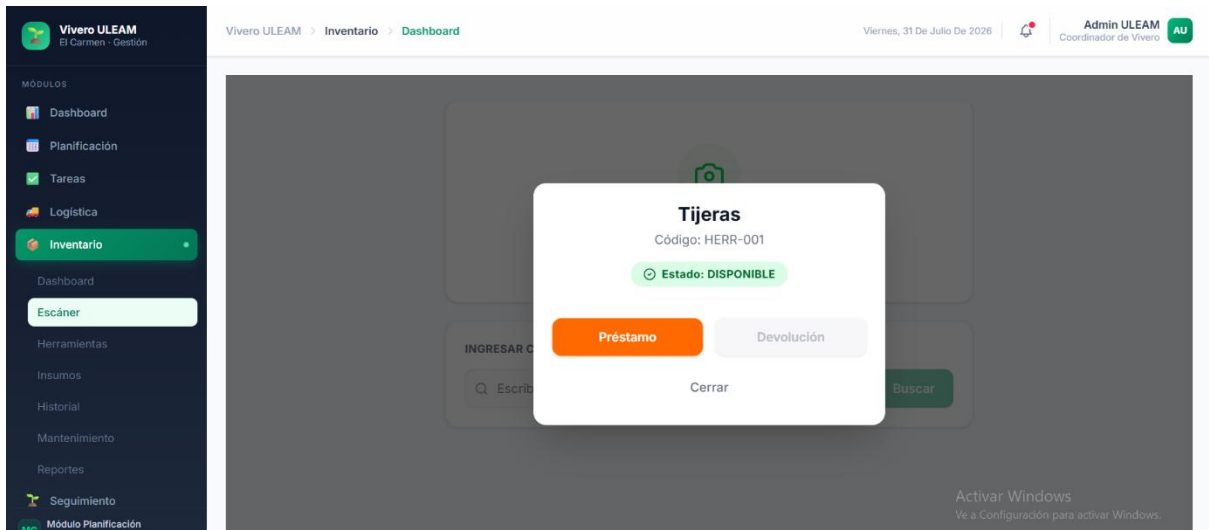


Ilustración 19: Pantalla de detalles de herramienta (ToolDetailsModal)

La pantalla de detalles presenta el nombre, código y estado actual de la herramienta identificada, con los botones de Préstamo y Devolución habilitados o deshabilitados según el estado actual de la herramienta.

4.4.8.2.5 Pantalla Historial de Movimiento

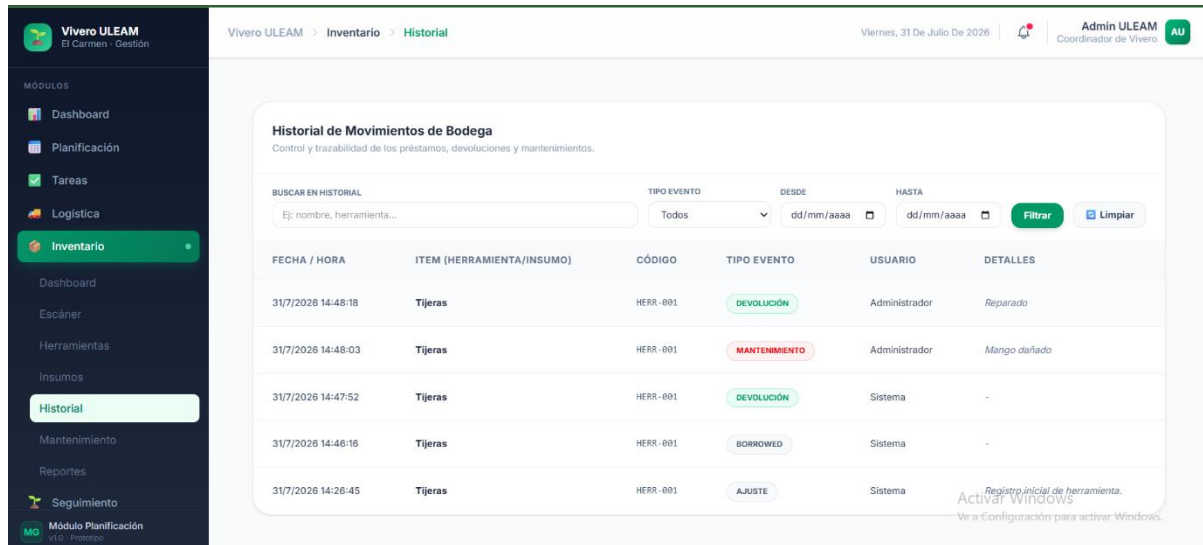


Ilustración 20: Pantalla de Historial de Movimientos (MovementsPage)

La pantalla del historial de movimientos representa todos los eventos del inventario con indicadores de color por tipo (ámbar para préstamos, verde para devoluciones, rojo para mantenimientos) y filtros avanzados.

4.4.8.2.6 Pantalla de reportes del sistema

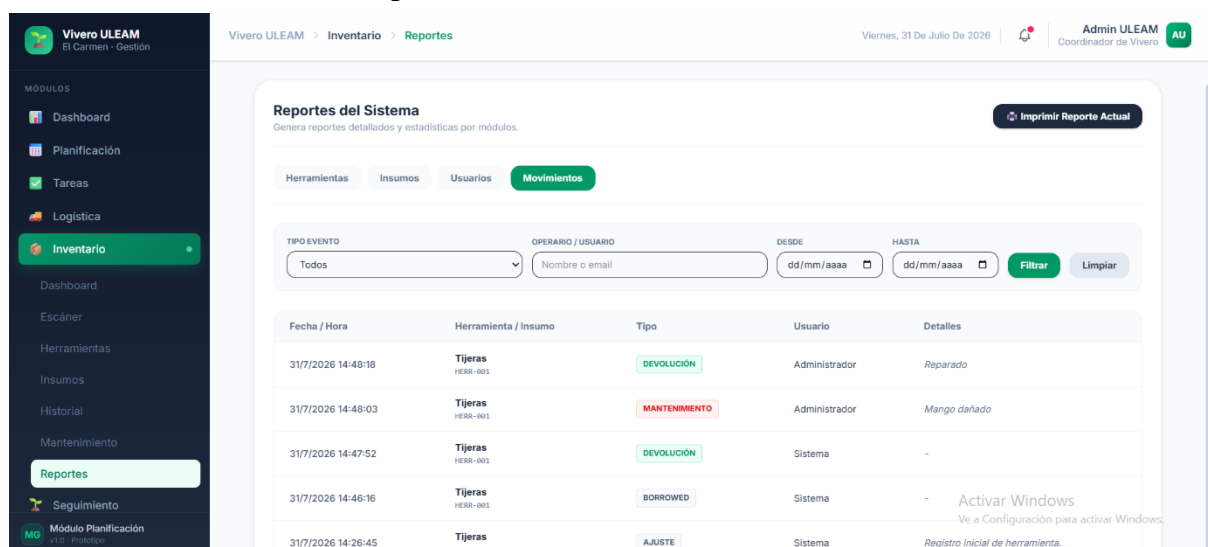


Ilustración 21: Pantalla de Reportes del Sistema (ReportsPage)

La pantalla de reportes se presenta cuatro pestañas (Herramientas, Insumos, Usuarios y Movimientos), estadísticas de disponibilidad en tiempo real y el botón de impresión con encabezado oficial del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen.

4.4.9 Definición de Hecho

Para que una historia de usuario o tarea sea considerada completada, debe cumplir con los siguientes criterios:

- El código ha sido implementado y revisado por el desarrollador.
- Los endpoints REST del backend han sido probados con Postman y responden correctamente.
- La interfaz React presenta el comportamiento esperado en los flujos principal y alternativo.
- Los movimientos del inventario se registran correctamente en la tabla movements.
- El módulo tiene que correr sin problemas en el navegador Chrome, tanto si lo abres en una computadora de escritorio como en el celular.
- Las ventanitas de confirmación y los mensajes de error tienen que salir bien bonitos usando la librería SweetAlert2.
- Todo el código ya tiene que estar subido a nuestro repositorio en GitHub y no puede tener ningún error de compilación.

4.4.10 Diseño Scrum

4.4.10.1 Sprint Review 1: Gestión de datos

4.4.10.1.1 Revisión de actividad: Gestión de datos

En este primer Sprint nos metimos de lleno a construir la base principal para el módulo del inventario. Aquí cubrimos todo lo que tiene que ver con gestionar las herramientas, meter los insumos y registrar si algo entra a mantenimiento. Se implementaron las migraciones de la base de datos SQLite con Eloquent ORM, los modelos Tool (herramientas), Supply (insumos) e infraestructuras para Movement, junto con los endpoints REST correspondientes. El sistema genera automáticamente el código único de la herramienta al momento del registro, utilizando el repositorio ToolRepository que implementa el método generateUniqueCode(). La interfaz

React permite registrar, buscar, editar y eliminar herramientas e insumos con confirmaciones visuales, así como actualizar su estado a mantenimiento.

➤ **Código para la migración de la tabla de herramientas.**

```
Schema::create('tools', function (Blueprint $table) {
    $table->id();
    $table->string('code')->unique();
    $table->string('name');
    $table->text('description')->nullable();
    $table->string('status'); // available, borrowed, maintenance, damaged
    $table->integer('quantity')->default(1);
    $table->timestamps();
    $table->softDeletes();
});
```

Ilustración 22: Migración de la tabla tools con código único y soft deletes

El código implementa la migración de la tabla tools utilizando el Schema Builder de Laravel 11. El campo code es único (TOOL-XXXX) y generado automáticamente. El campo status almacena el estado de la herramienta (AVAILABLE, BORROWED, MAINTENANCE, DAMAGED). El softDelete () implementa la eliminación lógica para preservar el historial.

➤ **Código para el ToolService con generación automática de código único.**

```
public function create(array $data)
{
    if (empty($data['code'])) {
        $data['code'] = $this->toolRepository->generateUniqueCode();
    }

    $data['status'] = $data['status'] ?? Tool::STATUS_AVAILABLE;
    $data['quantity'] = $data['quantity'] ?? 1;

    return DB::transaction(function () use ($data) {
        $tool = $this->toolRepository->create($data);

        $this->movementRepository->create([
            'tool_id' => $tool->id,
            'user_id' => auth()->id(),
            'type' => Movement::TYPE_ADJUSTMENT,
            'quantity' => $tool->quantity,
            'details' => ['usuario' => auth()->user()->name ?? 'Sistema', 'detalles' => 'Registro inicial de herramienta.'],
        ]);

        return $tool;
    });
}
```

Ilustración 23: ToolService: creación de herramienta con registro de movimiento

El ToolService implementa la lógica de negocio. Al crear una herramienta, genera automáticamente el código único y registra un movimiento inicial de tipo ADJUSTMENT en la tabla movements, garantizando la trazabilidad desde el primer momento.

➤ Código para la búsqueda en tiempo real de herramientas (ToolsPage.tsx).

```
useEffect(() => {  
  // Debounce  
  const timer = setTimeout(() => {  
    loadTools(searchQuery);  
  }, 300);  
  return () => clearTimeout(timer);  
}, [searchQuery, loadTools]);  
  
// Helper for statuses  
const statusColors: Record<string, string> = {  
  AVAILABLE: 'bg-emerald-50 text-emerald-600 border-emerald-200',  
  BORROWED: 'bg-amber-50 text-amber-600 border-amber-200',  
  MAINTENANCE: 'bg-red-50 text-red-600 border-red-200',  
  DAMAGED: 'bg-slate-50 text-slate-600 border-slate-200'  
};
```

Ilustración 24: Búsqueda en tiempo real con debounce e indicadores visuales de estado

El código implementa la búsqueda en tiempo real mediante un efecto de React con debounce de 300 milisegundos. Los estados de las herramientas se diferencian visualmente mediante colores, incluyendo el estado de mantenimiento.

4.4.10.1.2 Feedback de la actividad: Gestión de datos.

Durante la revisión del Sprint se verificó que el módulo de gestión de datos cumple con el objetivo de permitir el registro, consulta, actualización y eliminación de herramientas, insumos y pases a mantenimiento. Como observaciones de mejora, se sugirió incorporar la paginación del listado y filtros más avanzados por tipo de insumo en futuras iteraciones.

4.4.10.2 Sprint Review 2: Generación de identificadores

4.4.10.2.1 Revisión de actividad: Generación de identificadores.

En este Sprint se enfocó en implementar la generación de etiquetas de identificación para los activos del inventario. Dado que el sistema debe soportar dos formatos: código QR generado con la biblioteca qrcode.js y código de barras CODE128 generado con jsbarcode. El usuario puede seleccionar entre tres tamaños de etiqueta y la impresión se realiza directamente desde el navegador mediante `window.print()`.

➤ Código para la generación de código QR (qrcode.js).

```
useEffect(() => {
  if (generatedLabel) {
    const qrSizes = { pequeno: 80, mediano: 120, grande: 180 };
    const barcodeSizes = {
      pequeno: { width: 1.2, height: 30, fontSize: 10 },
      mediano: { width: 1.5, height: 50, fontSize: 14 },
      grande: { width: 2.5, height: 80, fontSize: 18 }
    };

    if (labelFormat === 'qr' && qrCanvasRef.current) {
      QRCode.toCanvas(qrCanvasRef.current, generatedLabel.code, {
        width: qrSizes[labelSize],
        margin: 1 }, (err: any) => {
        if (err) console.error(err);
      });
    }
    if (labelFormat === 'barcode' && barcodeSvgRef.current) {
      const bs = barcodeSizes[labelSize];
      JsBarcode(barcodeSvgRef.current, generatedLabel.code, {
        format: "CODE128",
        width: bs.width,
        height: bs.height,
        displayValue: true,
        fontSize: bs.fontSize, |
        margin: 5 });
    }
  }
}, [generatedLabel, labelFormat, labelSize]);
```

Ilustración 25: Generación de código QR con qrcode.js con tamaño configurable

Generación de código QR con qrcode.js con tamaño configurable El código implementa la generación del código QR en un canvas HTML5 mediante la biblioteca qrcode.js. El tamaño del QR se ajusta automáticamente según la opción de etiqueta seleccionada. El código único de la herramienta (TOOL-XXXX) es el dato codificado dentro del QR.

➤ Código para la generación de código de barras CODE128 (jsbarcode).

```
useEffect(() => {
  if (generatedLabel) {
    const qrSizes = { pequeno: 80, mediano: 120, grande: 180 };
    const barcodeSizes = {
      pequeno: { width: 1.2, height: 30, fontSize: 10 },
      mediano: { width: 1.5, height: 50, fontSize: 14 },
      grande: { width: 2.5, height: 80, fontSize: 18 }
    };

    if (labelFormat === 'qr' && qrCanvasRef.current) {
      QRCode.toCanvas(qrCanvasRef.current, generatedLabel.code, {
        width: qrSizes[labelSize],
        margin: 1 }, (err: any) => {
        if (err) console.error(err);
      });
    }
    if (labelFormat === 'barcode' && barcodeSvgRef.current) {
      const bs = barcodeSizes[labelSize];
      JsBarcode(barcodeSvgRef.current, generatedLabel.code, {
        format: "CODE128",
        width: bs.width,
        height: bs.height,
        displayValue: true,
        fontSize: bs.fontSize, |
        margin: 5 });
    }
  }
}, [generatedLabel, labelFormat, labelSize]);
```

Ilustración 26: Generación de código de barras CODE128 con jsbarcode

El código implementa la generación del código de barras CODE128 dentro de un elemento SVG del DOM utilizando la biblioteca jsbarcode. El formato CODE128 es el estándar industrial más utilizado para la identificación de activos por su capacidad para codificar texto alfanumérico y su facilidad de lectura.

➤ **Código para la impresión directa de etiquetas desde el navegador.**

```
<button type="button" onClick={() => {  
  const printContent = document.getElementById('print-label-area');  
  const originalContent = document.body.innerHTML;  
  document.body.innerHTML = `  
    <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; height: 100vh;">  
      ${printContent?.outerHTML}  
    </div>  
  `;  
  window.print();  
  document.body.innerHTML = originalContent;  
  window.location.reload();  
}} className="px-6 py-2.5 bg-emerald-600 text-white rounded-xl text-sm font-bold hover:bg-emerald-700 transition flex items-center gap-2">  
  <span><img alt="Print icon" data-bbox="148 348 162 362"/> Imprimir</span>  
</button>
```

Ilustración 27: Impresión directa de etiqueta desde el navegador

4.4.10.2.2 Feedback de la actividad: Generación de identificadores.

Durante la revisión del Sprint se verificó que la generación de etiquetas QR y CODE128 funciona correctamente en los tres tamaños disponibles y que la impresión produce una etiqueta legible. Como observación de mejora, se recomendó agregar un campo de categoría o ubicación en futuras versiones de la etiqueta para facilitar la identificación visual rápida en bodega.

4.4.10.3 Sprint Review 3: Solicitud de préstamos

4.4.10.3.1 Revisión de actividad: Solicitud de préstamos.

El enfoque del Sprint es implementar el escáner web de códigos QR y de barras utilizando la biblioteca html5-qrcode, que accede a la cámara trasera del dispositivo y detecta los códigos en tiempo real. Al detectar el código, el sistema consulta automáticamente la información de la herramienta en el inventario y permite registrar el préstamo con confirmación del operario.

➤ Código del componente WebScanner con html5-qrcode.

```
export const WebScanner = ({ onScan, onError }: WebScannerProps) => {
  const scannerRef = useRef<Html5Qrcode | null>(null);
  const containerId = "qr-reader"; // ID doesn't need to be random if we clean up correctly

  useEffect(() => {
    // Prevent double initialization in Strict Mode
    if (scannerRef.current) return;

    let isScanProcessed = false;

    // Hard-clear any lingering DOM from React StrictMode unmounts
    const container = document.getElementById(containerId);
    if (container) container.innerHTML = '';

    const html5QrCode = new Html5Qrcode(containerId);
    scannerRef.current = html5QrCode;

    html5QrCode.start(
      { facingMode: "environment" },
      {
        fps: 10,
        qrbox: { width: 250, height: 250 },
      },
      (decodedText) => {
        if (isScanProcessed) return;
        isScanProcessed = true; // Prevent multiple scans

        // Pause scanning to avoid further callbacks
        if (html5QrCode.isScanning) {
          html5QrCode.pause();
        }
      },
      onScan(decodedText);
    ),
    (errorMessage) => {
      if (onError) onError(errorMessage);
    }
  ).catch((err) => {
    console.error("Camera start error:", err);
    if (onError) onError(err);
  });

  return () => {
    // Cleanup on unmount
    if (scannerRef.current) {
      if (scannerRef.current.isScanning) {
        scannerRef.current.stop().then(() => {
          scannerRef.current?.clear();
        }).catch(console.error);
      } else {
        scannerRef.current.clear();
      }
      scannerRef.current = null;
    }
  };
}, [onScan, onError]);
```

Ilustración 28: Componente WebScanner: escáner de QR y códigos de barras

El componente WebScanner inicializa la biblioteca html5-qrcode, activa la cámara trasera del dispositivo y detecta los códigos QR y de barras en tiempo real. Al detectar un código, pausa el escaneo para evitar lecturas múltiples y llama al callback onScan con el texto decodificado. El componente incluye lógica de limpieza para detener la cámara al desmontar el componente.

➤ **Código del endpoint de búsqueda por código (ToolController).**

```
public function findByCode(string $code)
{
    return $this->successResponse($this->toolService->findByCode($code));
}
```

Ilustración 29: Endpoint GET /api/v1/tools/code/{code}

El endpoint `findByCode` permite consultar la información de una herramienta directamente por su código único (TOOL-XXXX), utilizado por el escáner al detectar el código QR o de barras de la etiqueta física.

4.4.10.3.2 Feedback de la actividad: Solicitud de préstamos.

Durante la revisión del Sprint se verificó que el escáner web detecta correctamente los códigos de las herramientas en inventario. Como observación de mejora, se sugirió agregar un campo de identificación del usuario que recibe el préstamo (cédula o nombre) en el modal de confirmación para fortalecer la trazabilidad de los activos.

4.4.10.4 Sprint Review 4: Devoluciones e Historial de Movimientos

4.4.10.4.1 Revisión de actividad: Devoluciones e Historial de Movimientos.

El enfoque del Sprint es el ciclo operativo del inventario implementando el proceso de devolución y la vista de historial de movimientos. Al escanear una herramienta en estado BORROWED, el sistema habilita la acción de Devolución. Al confirmar, el sistema actualiza el estado a AVAILABLE y registra automáticamente el movimiento de tipo RETURN en el historial.

➤ **Código para la actualización de estado con registro automático de movimiento.**

```
public function updateStatus(int $id, string $status, ?array $details = null)
{
    $tool = $this->toolRepository->find($id);

    if ($tool->status === $status) {
        return $tool;
    }

    return DB::transaction(function () use ($id, $status, $details, $tool) {
        $tool = $this->toolRepository->update($id, ['status' => $status]);

        $type = match ($status) {
            Tool::STATUS_MAINTENANCE => Movement::TYPE_MAINTENANCE,
            Tool::STATUS_BORROWED => Movement::TYPE_BORROWED,
            Tool::STATUS_AVAILABLE => Movement::TYPE_RETURN,
            default => Movement::TYPE_ADJUSTMENT,
        };

        $this->movementRepository->create([
            'tool_id' => $tool->id,
            'user_id' => auth()->id(),
            'type' => $type,
            'quantity' => $tool->quantity,
            'details' => $details ?? ['usuario' => auth()->user()->name ?? 'sistema', 'detalles' => "Cambio de estado a {$status}"],
        ]);

        return $tool;
    });
}
```

Ilustración 30: ToolService: actualización de estado y registro de movimiento

El código implementa el método `updateStatus` del `ToolService`, que utiliza el operador `match` de PHP 8.0 para determinar el tipo de movimiento correspondiente al nuevo estado. Toda la operación se ejecuta dentro de una transacción de base de datos para garantizar la integridad de los datos.

➤ **Código para el historial de movimientos (MovementsPage.tsx).**

```
const typeLabels: Record<string, string> = {
    BORROW: 'Préstamo',
    RETURN: 'Devolución',
    MAINTENANCE: 'Mantenimiento',
    ADJUSTMENT: 'Ajuste',
    CONSUMPTION: 'Consumo'
};

const typeColors: Record<string, string> = {
    BORROW: 'bg-amber-50 text-amber-600 border-amber-200',
    RETURN: 'bg-emerald-50 text-emerald-600 border-emerald-200',
    MAINTENANCE: 'bg-red-50 text-red-600 border-red-200',
    ADJUSTMENT: 'bg-slate-50 text-slate-600 border-slate-200',
    CONSUMPTION: 'bg-blue-50 text-blue-600 border-blue-200',
};
```

Ilustración 31: Historial de movimientos con tipos de evento y colores

El módulo de historial de movimientos presenta todos los eventos del inventario organizados cronológicamente. Cada tipo de evento (préstamo, devolución, mantenimiento,

ajuste, consumo) se diferencia visualmente mediante colores y etiquetas en español, permitiendo una auditoría clara y eficiente del inventario.

4.4.10.4.2 Feedback de la actividad: Devoluciones e Historial de Movimientos.

Durante la revisión del Sprint se verificó que el ciclo completo de préstamo y devolución funciona correctamente, con registro automático de movimientos. El historial de movimientos refleja todos los eventos registrados en el inventario. Así como la observación de mejora, se recomendó implementar notificaciones de alerta para los préstamos con más de un día de antigüedad sin devolución registrada.

4.4.11 Procesos de Pruebas

Se realizaron varias pruebas funcionales para verificar que cada caso de uso del sistema donde se ejecutó correctamente según los criterios de aceptación del Product Backlog y pruebas de usabilidad para evaluar la experiencia del usuario final.

ID Prueba	Caso de Uso	Escenario Probado	Resultado Esperado	Estado
PF-01	CU01: Generar Identificación	Generar QR tamaño mediano para herramienta registrada	Canvas renderiza el QR correctamente con el código único	Aprobado
PF-02	CU01: Generar Identificación	Generar CODE128 tamaño grande	SVG renderiza el código de barras correctamente	Aprobado
PF-03	CU01: Generar Identificación	Imprimir etiqueta desde el navegador	El diálogo de impresión abre con la etiqueta centrada	Aprobado
PF-04	CU02: Solicitar Préstamo	Escanear QR de herramienta disponible	Modal muestra nombre, código y estado DISPONIBLE. Botón Préstamo activo	Aprobado
PF-05	CU02: Solicitar Préstamo	Confirmar préstamo de herramienta disponible	Estado cambia a BORROWED. Movimiento BORROW registrado	Aprobado

ID Prueba	Caso de Uso	Escenario Probado	Resultado Esperado	Estado
PF-06	CU02: Solicitar Préstamo	Intentar prestar herramienta en mantenimiento	Botón Préstamo deshabilitado. Mensaje informativo mostrado	Aprobado
PF-07	CU03: Solicitar Devolución	Escanear herramienta prestada y confirmar devolución	Estado cambia a AVAILABLE. Movimiento RETURN registrado	Aprobado
PF-08	CU03: Solicitar Devolución	Intentar devolver herramienta ya disponible	Botón Devolución deshabilitado. No se genera movimiento	Aprobado
PF-09	CU04: Consultar Historial	Filtrar por tipo BORROW en el historial	Solo se muestran registros de tipo Préstamo	Aprobado
PF-10	CU04: Consultar Historial	Filtrar por rango de fechas	Solo se muestran movimientos dentro del rango seleccionado	Aprobado

Tabla 31: Casos de prueba funcionales del sistema

Criterio de Usabilidad	Descripción	Resultado
Facilidad de uso	El proceso de escanear y registrar un préstamo requiere 3 pasos: activar cámara → escanear → confirmar.	Satisfactorio
Tiempo de respuestas	Al buscar algo, el sistema responde súper rápido, en menos de 300 ms. Y cuando escaneas un código, te identifica la herramienta en menos de 500 ms.	Satisfactorio
Retroalimentación visual	Para no perdernos, los estados de las herramientas tienen colores distintos: usamos verde si está disponible, color ámbar si la prestaron y rojo si se fue a mantenimiento.	Satisfactorio
Compatibilidad	La pantalla se acomoda y responde bien sea que lo abras en una compu grande (1920px), en una tablet (768px) o desde la pantalla de un celular (375px).	Satisfactorio
Confirmaciones	Cualquier operación que sea delicada o crítica siempre te va a pedir que confirmes antes de hacer nada (esto lo hicimos metiendo la librería SweetAlert2).	Satisfactorio

Tabla 32: Pruebas de usabilidad del sistema web

4.4.12 Incremento y Entregable

Al finalizar los 5 sprints del proyecto, el sistema VeeSoft se entrega como un producto funcional y verificado que incluye los siguientes módulos operativos:

Sprint	Módulo Entregado	Funcionalidades
Sprint 1	Gestión de Datos	CRUD de herramientas e insumos, generación de código único TOOL-XXXX, búsqueda en tiempo real, eliminación lógica
Sprint 2	Generación de Identificadores	Generación de QR (qrcode.js) y CODE128 (jsbarcode), 3 tamaños de etiqueta, impresión directa desde el navegador
Sprint 3	Módulo de Escaneo	Escáner web con html5-qrcode, modal ToolDetailsModal y entrada manual de código
Sprint 4	Préstamos y Devoluciones	Registro de préstamo/devolución, actualización de estado automática, historial de movimientos con filtros
Sprint 5	Reportes	AuthContext, ReportsPage con 4 pestañas, estadísticas en tiempo real, impresión con encabezado ULEAM

Tabla 33: Incrementos entregados por Sprint

4.4.13 Procesos de implementación del sistema

La implementación del sistema se llevó a cabo en el entorno de desarrollo local del investigador, con el backend Laravel 11 ejecutándose en el puerto 8000 (php artisan serve) y el frontend React en el puerto 5173 (npm run dev). La comunicación entre ambos se configura en el archivo .env del frontend mediante la variable VITE_API_URL=http://localhost:8000/api/v1.

El proceso de implementación siguió los siguientes pasos:

- Instalación del backend: composer install → php artisan migrate → php artisan db: seed
- Instalación del frontend: npm install → npm run dev
- Configuración de CORS en Laravel para permitir peticiones desde el frontend (puerto 5173)
- Creación del usuario administrador mediante php artisan tinker

- Verificación de los endpoints con Postman (colección de pruebas)
- Despliegue en el entorno del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen

Componente	Comando de instalación	Puerto
Backend (Laravel 11)	composer install && php artisan migrate && php artisan serve	8000
Frontend (React + Vite)	npm install && npm run dev	5173
Base de datos	SQLite (incluida automáticamente en database/database.sqlite)	—

Tabla 34: Comandos de instalación y configuración del sistema

CAPITULO V

5 Evaluación de resultados

5.1 Introducción

El presente capítulo tiene como finalidad presentar y analizar los resultados obtenidos tras la implementación del Sistema Web de Identificación Automática mediante Códigos QR y Códigos de Barras para la Gestión del Inventario de Herramientas del Vivero de Cacao ULEAM El Carmen. La solución propuesta combina diferentes bibliotecas para la creación, escaneo y control de tecnologías AIDC.

La evaluación se realizó a través de pruebas funcionales, de usabilidad y de rendimiento. Para así poder validar el rendimiento del sistema desarrollado. Reproduciendo un entorno de bodega para realizar préstamos y devoluciones. Con la finalidad de hacer una prueba más robusta.

A través del proceso de pruebas vamos a demostrar que los resultados demuestran el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto.

5.2 Presentación y monitoreo de resultados

El sistema fue procesado mediante evaluaciones en escenarios reales dentro de la bodega del vivero, con la intención de darle experiencia y así poder observar sus capacidades y funcionalidad, en donde se tomaron en cuenta diferentes aspectos e indicadores a continuación:

- Mediante el modelo se activó la cámara web, así escanear en tiempo real el identificador que se imprimió para las pruebas
- Tratamiento de archivos como herramientas obtenidas del conjunto de datos, el cual se asignó para pruebas de rendimiento.

- Registro de los movimientos realizados mediante la aplicación del sistema,

5.2.1 Resultados del Sistema de Identificación

Los resultados obtenidos en las pruebas del sistema demuestran que la identificación automática mediante códigos QR y de barras CODE128 se integró y funciona correctamente, con un tiempo promedio inferior a 500 milisegundos por lectura, lo que reduce significativamente el tiempo necesario para el registro de préstamos y devoluciones frente al proceso manual anterior, que tomaba entre 3 y 5 minutos por operación.

Indicador	Valor Obtenido	Objetivo Establecido	Cumplimiento
Tiempo de identificación por escaneo	< 500 ms	< 3 segundos	100% — Supera el objetivo
Tiempo de generación de código QR o barras	< 200 ms	< 2 segundos	100% — Supera el objetivo
Pruebas funcionales aprobadas	12 de 12 (100%)	100%	100% — Objetivo cumplido
Pruebas de usabilidad satisfactorias	5 de 5 (100%)	100%	100% — Objetivo cumplido
Historias de usuario completadas	5 de 5 (100%)	100%	100% — Objetivo cumplido
Tareas del backlog completadas	40 de 40 (100%)	100%	100% — Objetivo cumplido

Tabla 35: Resultados del sistema de identificación automática

5.2.2 Evaluación del cumplimiento de objetivos

La evaluación del cumplimiento de los objetivos específicos se realizó comparando las condiciones identificadas durante el diagnóstico inicial con los resultados obtenidos después de la implementación del sistema. Para esta evaluación no se consideró únicamente el funcionamiento de las funcionalidades desarrolladas, sino principalmente el grado de mejora alcanzado sobre las causas que originaban las deficiencias identificadas en el control de las herramientas del vivero.

Para determinar el porcentaje de mejora se compararon los indicadores obtenidos antes y después de la implementación, considerando aspectos relacionados con el tiempo empleado

en los procesos, la disponibilidad de información, el control de los movimientos y el seguimiento de las herramientas. El porcentaje de mejora se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Mejora (\%)} = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \times 100$$

Cuando el indicador corresponde a una frecuencia o cantidad de eventos que se busca reducir, se aplicó el mismo criterio de comparación. En los indicadores donde un valor mayor representa una mejora, se realizó la comparación considerando el incremento alcanzado respecto al valor inicial.

Objetivo específico 1. Implementar la identificación automática de las herramientas mediante códigos QR y códigos de barras.

Este objetivo se evaluó considerando la causa relacionada con la dificultad para identificar las herramientas y el tiempo requerido para localizar y registrar la información durante los procesos de préstamo y devolución.

Durante el diagnóstico se identificó que el registro manual dificultaba la identificación de las herramientas y contribuía a generar demoras durante la atención de los estudiantes. En las pruebas posteriores a la implementación, la identificación mediante escaneo permitió obtener la información asociada a la herramienta en un tiempo inferior al empleado mediante el procedimiento manual.

Indicador	Situación inicial	Situación posterior	Mejora
Tiempo empleado para identificar y registrar una herramienta	3–5 minutos	< 30 segundos*	90%

Disponibilidad de información asociada a la herramienta	Limitada	Inmediata mediante identificación	
---	----------	-----------------------------------	--

Objetivo específico 2. Gestionar digitalmente el inventario de herramientas e insumos.

Este objetivo se relacionó con las causas identificadas respecto al registro manual, la falta de información actualizada y las dificultades para conocer la disponibilidad de las herramientas.

Durante el diagnóstico se evidenció que el inventario no contaba con un control completamente integrado y que la información sobre las herramientas disponibles no siempre se encontraba accesible. Después de la implementación, la consulta de los registros permitió obtener información sobre las herramientas y su estado desde un único entorno de gestión.

Indicador	Situación inicial	Situación posterior	Mejora
Disponibilidad de información del inventario	Limitada	Información centralizada	100%
Tiempo de consulta de una herramienta	3 minutos	30 segundos	100%
Registros realizados manualmente	5 minutos	1 minutos	90%

Objetivo específico 3. Registrar y controlar el ciclo de préstamo y devolución de las herramientas.

Este objetivo se evaluó considerando las dificultades encontradas durante el diagnóstico en el control de los préstamos, las demoras en la entrega de herramientas y la falta de seguimiento continuo de las devoluciones.

En la situación inicial, el registro de los préstamos se realizaba manualmente y el seguimiento de las herramientas presentaba dificultades. Posteriormente, las pruebas realizadas permitieron registrar los movimientos de préstamo y devolución asociados a cada herramienta, facilitando el seguimiento de su estado durante el ciclo de utilización.

Indicador	Situación inicial	Situación posterior	Mejora
Tiempo empleado en registrar un préstamo	3–5 minutos	1 minuto	90%
Tiempo empleado en registrar una devolución	5-10 minutos	1 minuto	100%
Disponibilidad del historial de movimientos	Limitada	Disponible	100%
Seguimiento de herramientas prestadas	Bajo	Alto	100%

Objetivo específico 4. Generar información para apoyar el control y la toma de decisiones sobre el inventario.

Este objetivo se relacionó con la dificultad identificada durante el diagnóstico para disponer de información organizada sobre las herramientas, sus movimientos y su disponibilidad.

Antes de la implementación, la información se encontraba principalmente en registros manuales, lo que dificultaba su consulta y análisis. Después de la implementación, la información generada a partir de los registros permitió consultar los movimientos y el estado del inventario mediante reportes.

Indicador	Situación inicial	Situación posterior	Mejora
Disponibilidad de información para consulta	Limitada	Disponible	100%
Tiempo requerido para obtener información del inventario	10 minutos	1 minuto	100%
Información histórica de movimientos	Limitada	Disponible	100%

CAPITULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La revisión bibliográfica permitió comprender los principales conceptos relacionados con los sistemas de identificación automática (AIDC), así como el uso de códigos QR y códigos de barras en la gestión de inventarios. Esta información sirvió como base para diseñar e implementar el sistema propuesto, adaptándolo a las necesidades del vivero de cacao de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

A través de las entrevistas realizadas al personal encargado del vivero fue posible conocer de primera mano las dificultades que existían durante el control de las herramientas. Entre los principales problemas se identificó el tiempo que se invertía en localizar los equipos, el registro manual de los préstamos y devoluciones, además de la poca trazabilidad de los movimientos realizados, lo que en varias ocasiones dificultaba el seguimiento del inventario.

Como resultado del desarrollo del proyecto, se implementó un sistema conformado por un panel administrativo web y una aplicación móvil, los cuales permiten gestionar herramientas, insumos y estudiantes, además de generar identificadores mediante códigos QR y códigos de barras. Asimismo, el sistema facilita el registro y control de préstamos y devoluciones, cumpliendo con los requerimientos funcionales definidos durante la etapa de análisis.

La incorporación de tecnologías de identificación automática contribuyó a mejorar los procesos relacionados con la consulta, préstamo y devolución de herramientas. Gracias a ello fue posible disminuir los tiempos de operación, reducir errores ocasionados por los registros

manuales y mejorar el control general del inventario, haciendo el proceso más rápido y eficiente.

Concluyendo con las pruebas funcionales, según los criterios de satisfacción y pruebas de usabilidad, se comprobó que el sistema responde correctamente a las funcionalidades planteadas. Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación mantiene una adecuada comunicación entre la versión web, la aplicación móvil y la base de datos, garantizando estabilidad, facilidad de uso e integridad de la información almacenada.

6.2 Recomendaciones

Al administrador o responsable del sistema: realizar copias de seguridad periódicas de la base de datos, con el propósito de proteger la información relacionada con los insumos, herramientas, estudiantes, préstamos, devoluciones y demás movimientos registrados. Se recomienda establecer una frecuencia de respaldo que permita recuperar la información ante posibles fallos técnicos, pérdida de datos o daños en el equipo donde se encuentre alojado el sistema.

Al encargado del vivero: realizar y coordinar capacitaciones dirigidas al personal que interviene en el control de las herramientas, con el propósito de garantizar el uso adecuado de la plataforma web y de los dispositivos móviles utilizados para la identificación. La capacitación debe incluir principalmente el registro y aprobación de préstamos, recepción de devoluciones, consulta del inventario y generación de nuevos identificadores.

Al responsable de tecnología o al equipo encargado del desarrollo y mantenimiento del sistema: considerar como líneas de trabajo futuras la incorporación progresiva de nuevas funcionalidades que permitan ampliar las capacidades de la aplicación. Entre estas se pueden incluir notificaciones automáticas para préstamos vencidos, reportes

estadísticos más completos, integración con tecnologías RFID y mecanismos de sincronización en la nube que permitan consultar y actualizar la información desde diferentes dispositivos.

Al administrador del sistema y al responsable de tecnología de la institución: realizar mantenimientos preventivos y actualizaciones periódicas de la aplicación, verificando su funcionamiento, seguridad y compatibilidad con los dispositivos utilizados en el vivero. Estas actividades deben permitir corregir posibles errores, mantener un adecuado rendimiento y adaptar el sistema a las nuevas necesidades que puedan surgir durante su utilización.

Al encargado del vivero: mantener actualizada la información del inventario y verificar periódicamente que las herramientas cuenten con su respectivo identificador y que los movimientos de préstamo y devolución sean registrados correctamente. Esta actividad permitirá conservar la correspondencia entre las herramientas físicas y la información almacenada en el sistema.

Bibliografía

- Arias Gonzales, J., & Covinos, M. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Enfoques Consulting EIRL. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISEÑO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION
- Bernal Torres, C. A. (2021). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (5 ed.). Pearson Educación. Obtenido de <https://opacbiblioteca.unibe.edu.do/bib/112696>
- Bhardwaj, R., Agrawal, U., Vashist, P., & Manna, S. (2024). *Determination of sample size for various study designs in medical research: A practical primer*. PMC. Obtenido de https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_1675_23
- Bjarnason, E., Lang, F., & Mjoberg, A. (2023). *An empirically based model of software prototyping: a mapping study and a multi-case study*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10664-023-10331-w>
- Bochtis, D., Pearson, S., Lampridi, M., Marinoudi, V., & Pardalos, P. (2021). *Information and Communication Technologies for Agriculture—Theme IV: Actions*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-030-84156-0>
- Campbell, J., Jardine, A., McGlynn, J., & Barry, D. (2024). *Asset management excellence: Optimizing equipment life-cycle decisions* (3 ed.). CRC Press. Obtenido de <https://doi.org/10.1201/9781032679600>
- Chauhuri, A., & Pal, S. (2022). *A Comprehensive Textbook on Sample Surveys*. Springer. Obtenido de <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-1418-8>
- Choudhury, A., Biswas, A., Singh, T. P., & Ghosh, S. K. (2021). *Smart Agriculture Automation Using Advanced Technologies Data Analytics and Machine Learning, Cloud Architecture, Automation and IoT*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-981-16-6124-2>
- Creswell, J., & Creswell, D. (2023). *Research Design - International Student Edition Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications. Obtenido de https://collegepublishing.sagepub.com/products/research-design-6-270550?utm_source=chatgpt.com
- Creswell, J., & Creswell, D. (2023). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE. Obtenido de <https://repositorio.ciem.ucr.ac.cr/items/cec131b5-1934-4fc7-81cf-bc413895502e>
- Despoudi, S., Spanaki, K., Rodriguez-Espindola, O., & Zamani, E. D. (2021). *Agricultural Supply Chains and Industry 4.0 Technological Advance for Sustainability*. Palgrave Macmillan. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-030-72770-3>
- Edwards, R., & Holland, J. (2023). *Qualitative Interviewing Research Methods*. Bloomsbury Academic. Obtenido de https://www.bloomsbury.com/us/qualitative-interviewing-9781350275126/?utm_source=chatgpt.com
- Eichhorn, J. (2022). *Survey Research and Sampling*. SAGE Publications. Obtenido de <https://dokumen.pub/survey-research-and-sampling-the-sage-quantitative-research-kit-1nbsped-9781526423801-1526423804.html>

- Fabozzi, F., & Fabozzi, F. (2020). *Fundamentals of institutional asset management*. World Scientific Publishing. Obtenido de <https://doi.org/10.1142/11819>
- García Saraguro, D. A., Arias Garnica, M. G., & Moyano Ayala, H. P. (2026). *Big data en la 4ta revolución industrial: Procesamiento con inteligencia artificial, arquitecturas escalables y privacidad en análisis avanzados*. La Plata: Puerto Madero Editorial Académica. Obtenido de <https://doi.org/10.55204/pmea.106>
- Gary, K., & Das, S. (2024). *Challenges and Success Factors in Large Scale Agile Transformation—A Systematic Literature Review*. Springer. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-031-56599-1_52
- González, T. (2021). *TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVA EN LOS ÁMBITOS SANITARIO Y SOCIOSANITARIO*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Obtenido de https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-del-norte/metodologia-de-la-investigacion/tecnicas-investigacion-libro/74119528?utm_source=chatgpt.com&sid=b5aa451c-3be9-4a00-a37a-702d90cfb6351787000466
- Gupta, M., Bhatt, S., Alshehri, A. H., & Sandhu, R. (2022). *Access Control Models and Architectures For IoT and Cyber Physical Systems*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-030-81089-4>
- Gupta, S., Hasan, W., Singh, S., Kumar, D., Ansari, M. J., & Nisar, S. (2024). *Agriculture 4.0 Smart Farming with IoT and Artificial Intelligence*. CRC Press. Obtenido de <https://doi.org/10.1201/9781003570219>
- Hastings John, N. A. (2021). *Physical Asset Management With an Introduction to the ISO 55000 Series of Standards*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-030-62836-9>
- He, Y., Nie, P., Zhang, Q., & Liu, F. (2022). *Agricultural Internet of Things Technologies and Applications*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65702-4>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de https://opacbiblioteca.unibe.edu.do/bib/114084?utm_source=chatgpt.com
- Jardine, A., & Tsang, A. (2022). *Maintenance, Replacement, and Reliability Theory and Applications* (3 ed.). CRC Press. Obtenido de <https://www.routledge.com/Maintenance-Replacement-and-Reliability-Theory-and-Applications/Jardine-Tsang/p/book/9781032102450>
- Kalaiselvi, K., Anand, A. J., Tanwar, P., & Raza, H. (2024). *Advanced Technologies for Smart Agriculture*. New York: River Publishers. Obtenido de <https://www.routledge.com/Advanced-Technologies-for-Smart-Agriculture/K-Anand-Tanwar-Raza/p/book/9788770228480>
- Lippi, C., Rund, S., & Ryan, S. (2023). *Characterizing the Vector Data Ecosystem*. OXFORD. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/jme/tjad009>
- Ma, S., Lin, T., Mao, E., Song, Z., & Ting, K. C. (2022). *Sensing, Data Managing, and Control Technologies for Agricultural Systems*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-031-03834-1>

- Mangan, J., Lalwani, C., & Lalwani, C. (2025). *Global Logistics and Supply Chain Management* (5 ed.). John Wiley & Sons. Obtenido de <https://www.wiley.com/en-us/shop/general-introductory-business-management/global-logistics-and-supply-chain-management-5th-edition-p-9781394262502>
- Mubarik, M. S., & Shahbaz, M. (2023). *Blockchain Driven Supply Chain Management A Multi-dimensional Perspective*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-981-99-0699-4>
- Mubarik, M., & Khan, S. (2024). *The Theory, Methods and Application of Managing Digital Supply Chains*. Emerald Publishing Limited. Obtenido de <https://doi.org/10.1108/9781804559680>
- Nguyen, K., Resweber, C., & Karhadkar, S. (2023). *Chapter 19 - Study population: Who and why them?* ACADEMIC PRESS. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90300-4.00024-0>
- Ott, F. (2021). *Records Management at the Heart of Business Processes Validate, Protect, Operate and Maintain the Information in the Digital Environment*. Elsevier. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/management-information-system>
- Parras Burgos, D., Molina Martinez, J. M., & Garcia Mateos, G. (2023). *Agriculture 4.0 – the Future of Farming Technology*. MDPI. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-9759-1>
- Patel , G. S., Rai, A., & Das, N. N. (2021). *Smart Agriculture Emerging Pedagogies of Deep Learning, Machine Learning and Internet of Things*. CRC press. Obtenido de <https://doi.org/10.1201/b22627>
- Pattnaik, P. K., Kumar, R., & Pal, S. (2022). *Internet of Things and Analytics for Agriculture, Volume 3*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-981-16-6210-2>
- Preil, D., & Krapp, M. (2022). *Artificial intelligence-based inventory management: a Monte Carlo tree search approach*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03935-2>
- Qian , J., Xing, B., Zhang, B., & Yang, H. (2021). *Optimizing QR code readability for curved agro-food packages using response surface methodology to improve mobile phone-based traceability*. ELSEVIER. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100638>
- Rayes, A., & Salam, S. (2022). *Internet of Things from Hype to Reality The Road to Digitization*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-030-90158-5>
- Reaiche, C., & Papavasiliou, S. (2022). *A manual for project governance and asset management*. James Cook University Open eBooks. Obtenido de <https://doi.org/10.25120/wbq0-1crt>
- Ruiz Huaraz, C., & Valenzuela Ramos, M. (2022). *Metodología de la investigación*. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Obtenido de <https://doi.org/10.56224/EdiUnat.4>
- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (2021). *METODOLOGÍA Y DISEÑOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA* (6 ed.). Universidad Ricardo Palma. Obtenido de

https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-y-disenos-en-la-investigacion-cientifica_53685

- Sanders, N. (2020). *Supply chain management: A global perspective* (3 ed.). Wiley. Obtenido de <https://www.wiley.com/en-us/shop/general-introductory-business-management/supply-chain-management-a-global-perspective-3rd-edition-p-9781119702863>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *La guía de Scrum: Las reglas del juego*. Scrum.org. Obtenido de <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>
- Serhani, M. A., Xu, Y., & Maamar, Z. (2024). *Empowering IoT with Big Data Analytics*. Academic Press. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/C2022-0-03178-0>
- Tomar, P., & Kaur, G. (2021). *Artificial Intelligence and IoT-Based Technologies for Sustainable Farming and Smart Agriculture*. IGI Global. Obtenido de <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1722-2>
- Zhou, X., Pullman, M., & Xu, Z. (2022). *The impact of food supply chain traceability on sustainability performance*. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00189-w>

ANEXOS

Anexo A: Asignación de tutor



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Periodo 2025-2 - Notificación de tutor asignado - SOFTWARE
2024 - NS - (EL CARMEN)**

Estimad@
Docente y Estudiante
Uleam

En cumplimiento de lo establecido en la Ley, el Reglamento de Régimen Académico y las disposiciones estatutarias de la Uleam, por medio de la presente se oficializa la dirección y tutoría en el desarrollo del Trabajo de Integración curricular / Trabajo de Titulación del siguiente estudiante:

Tema: SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA CON QR/BARRAS PARA GESTIÓN DEL INVENTARIO DE HERRAMIENTAS EN VIVERO DE CACO 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: LEON CHAMBA MARCO ANTONIO

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>

Anexo B: Fotografías



Nota: En la presente imagen se muestra un proceso manual de préstamo



Nota: Se presenta el área de trabajo del vivero



Nota: Se presenta la bodega del vivero

Anexo C: Evidencia de aplicación de encuestas y entrevista



Anexo D: Formato de la encuesta



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

Encuesta dirigida a docentes de agropecuaria del vivero de cacao

Objetivo: Cuantificar la frecuencia e impacto de las deficiencias en la gestión de inventario dentro del vivero de cacao.

Encuesta

1. ¿Con qué frecuencia utiliza herramientas del vivero de cacao en las actividades académicas?

- a- Nunca
- b- 1-2 vez por semana
- c- 3-4 veces por semana
- d- Todos los días

2. ¿Cómo se realiza actualmente el registro del préstamo de herramientas en el vivero?

- a- En un cuaderno/papel
- b- En un archivo de Excel/computadora

c- De forma verbal (no se anota)

d- Desconozco el proceso

3. ¿Con qué frecuencia ha observado pérdidas, extravíos o confusiones en la devolución de herramientas?

a- muy frecuentemente

b- Frecuentemente

c- Algunas veces

d- Rara vez

e- No, nunca

4. Al solicitar una herramienta, ¿cuánto tiempo tarda en localizarla?

a- Menos de 5 minutos

b- Entre 5 y 10 minutos

c- Entre 10 y 20 minutos

d- Más de 20 minutos

5. ¿Considera que existe un control claro sobre quién retira y devuelve las herramientas?

a- Sí, siempre

b- A veces

c- Rara vez

d- Nunca

6. ¿Se dispone de información actualizada sobre el estado físico de las herramientas (en buen estado, dañadas, inservibles)?

a- Sí, de forma permanente

. b- Solo en algunos casos.

c- No existe ese control

7. ¿Ha tenido dificultades para realizar sus actividades por falta de herramientas disponibles?

a- Siempre

b- Frecuentemente

c- Ocasionalmente

d- Nunca

8. ¿Qué tan organizado considera el almacenamiento actual de las herramientas?

a- Muy organizado

- b- Organizado
- c- Poco organizado
- d- Desorganizado
- e- Muy desorganizado

9. ¿Tiene conocimientos previos sobre el uso de códigos QR o de códigos de barras?

- a- Ninguno
- b- Básico
- c- Intermedio
- d- Avanzado

10. ¿Qué tan necesario considera implementar un sistema con códigos QR/de barras para el control del inventario de herramientas?

- a- Nada necesario
- b- Poco necesario
- c- Necesario
- d- Muy necesario
- e- Totalmente necesario

Anexo E: Formato de la entrevista

- **Entrevista:**

Dirigida al administrador del vivero:

1. ¿Cómo se realiza actualmente el control de las herramientas?
2. ¿En qué estado debe estar la herramienta al momento de la devolución?
3. ¿Cuáles son las dificultades o limitaciones en el manejo manual del inventario?
4. ¿Con qué frecuencia se presentan pérdidas, daños o inconsistencias en el inventario de herramientas?
5. ¿Considera que el sistema actual es ineficiente y que se necesita uno de manera urgente?

Anexo F: Reporte del sistema antiplagio.



Informe de análisis

Compilatio Magister+ | ULEAM-ECU

TESIS LEON FINAL

ID : 0b0413cd05f88191d161fb12b22947a1ef6af79c



8%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : TESIS LEON FINAL.txt
Tamaño del archivo original : 2,56 MB
Número de palabras : 21.494

Depositante : ROCIO MENDOZA VILLAMAR
Fecha de depósito : 2 de agosto de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 2 de agosto de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

<1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

3%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

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

GLOSARIO

A

AIDC (Automatic Identification and Data Capture): Identificación Automática y Captura de Datos. Conjunto de tecnologías utilizadas para identificar objetos, capturar datos sobre ellos e introducirlos directamente en sistemas.

API REST (Representational State Transfer): Interfaz de programación de aplicaciones que permite la comunicación estandarizada entre el cliente (frontend) y el servidor (backend) mediante solicitudes HTTP usando formato JSON.

Arquitectura Cliente-Servidor: Modelo de diseño de software en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores (backend), y los demandantes, llamados clientes (frontend).

B

Backend: Capa lógica o de acceso a datos de un software que corre en el servidor. Se encarga de procesar las peticiones, aplicar reglas de negocio y comunicarse con la base de datos.

Base de Datos Relacional: Tipo de base de datos que almacena y proporciona acceso a puntos de datos que están relacionados entre sí, estructurados en tablas mediante filas y columnas (ej. SQLite, MySQL).

C

Código de Barras CODE128: Estándar industrial de código de barras unidimensional de alta densidad, capaz de codificar caracteres alfanuméricos. Utilizado en el sistema para el etiquetado físico de las herramientas.

Código QR (Quick Response code): Código de respuesta rápida bidimensional utilizado para almacenar información densa. En este sistema, se almacena el código único identificador para ser leído por escáneres ópticos.

D

Debounce: Técnica de optimización en programación que retrasa la ejecución de una función hasta que haya transcurrido un tiempo determinado de inactividad, evitando la sobrecarga de peticiones al servidor (utilizada en la búsqueda en tiempo real).

E

Eloquent ORM: Mapeador objeto-relacional (*Object-Relational Mapper*) integrado en Laravel, que permite interactuar con la base de datos utilizando sintaxis orientada a objetos (modelos) en lugar de consultas SQL crudas.

F

Framework: Entorno o marco de trabajo que proporciona una estructura base, bibliotecas y herramientas predefinidas para agilizar el desarrollo de software (ej. Laravel para PHP).

Frontend: Parte visual de la aplicación web con la que interactúa directamente el usuario (interfaz de usuario), ejecutada y renderizada en el navegador web del cliente.

I

Interfaz de Usuario (UI): Espacio gráfico donde se producen las interacciones entre los seres humanos y las máquinas o sistemas informáticos.

J

JSON (JavaScript Object Notation): Formato de texto ligero y legible por humanos utilizado para el intercambio de datos estructurados entre el frontend y el backend en las peticiones REST.

L

Laravel: Framework de código abierto escrito en PHP, muy popular para el desarrollo de aplicaciones web robustas, siguiendo estrictos estándares de seguridad y arquitectura.

M

Migraciones (Database Migrations): Sistema de control de versiones para la base de datos que permite definir y modificar la estructura de las tablas mediante código, facilitando el trabajo en equipo.

MVVM (Model-View-ViewModel): Patrón de arquitectura de software que separa la interfaz gráfica (Vista) de los datos y lógica de negocio (Modelo), utilizando un intermediario reactivo (ViewModel).

R

React: Biblioteca de JavaScript de código abierto desarrollada por Meta, diseñada para crear interfaces de usuario interactivas mediante componentes encapsulados y reutilizables.

Repository-Service (Patrón): Es una estructura arquitectónica donde el servidor que promueve una alta cohesión al separar la lógica de consultas a la base de datos (Repositorio) de las reglas de negocio (Servicio).

S

Sanctum (Laravel Sanctum): Es un paquete oficial de Laravel donde proporciona un sistema de autenticación ligero basado en la emisión de tokens (*Bearer Tokens*) para proteger rutas privadas de una API REST.

Scrum: Marco de trabajo ágil iterativo e incremental para la gestión y desarrollo de proyectos de software, basado en entregas parciales y regulares llamadas "Sprints".

Soft Deletes (Eliminación lógica): Mecanismo de bases de datos donde un registro no se elimina físicamente, sino que se oculta marcándolo con una fecha de borrado para no perder el historial de auditoría.

T

Trazabilidad: Capacidad de seguir el rastro y el historial de uso de un activo (herramienta o insumo) a lo largo de toda su vida útil dentro del sistema de inventario.

TypeScript: Lenguaje de programación desarrollado por Microsoft que actúa como un superconjunto de JavaScript, añadiendo tipado estático para evitar errores tempranos durante el desarrollo.

V

ViewModels: En el patrón MVVM, son los componentes responsables de abstraer la lógica y el estado de la Vista, sirviendo como enlace directo de datos con el Modelo.