



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**MECANISMO: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS
DE INVESTIGACIÓN Y/O INTERVENCIÓN**

TEMA:

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN
CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE
INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**

AUTORES:

**JEFFERSON ERICK CEPEDA GALARZA
JORGE ANTONIO MURILLO PÁRRAGA**

TUTOR:


MGTR. LUIS CRISTOBAL CEDEÑO VALAREZO

CALCETA, FEBRERO DE 2023

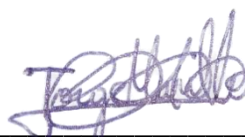
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jefferson Erick Cepeda Galarza, con cédula de ciudadanía 1207311851 y Jorge Antonio Murillo Párraga, con cédula de ciudadanía 1314062785, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



**JEFFERSON ERICK CEPEDA
GALARZA
CC: 1207311851**



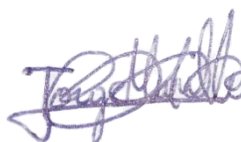
**JORGE ANTONIO MURILLO
PÁRRAGA
CC: 1314062785**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Jefferson Erick Cepeda Galarza, con cédula de ciudadanía 1207311851 y Jorge Antonio Murillo Párraga, con cédula de ciudadanía 1314062785, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



**JEFFERSON ERICK CEPEDA
GALARZA
CC: 1207311851**



**JORGE ANTONIO MURILLO
PÁRRAGA
CC: 1314062785**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Luis Cristóbal Cedeño Valarezo, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**, que ha sido desarrollado por Jefferson Erick Cepeda Galarza y Jorge Antonio Murillo Párraga, previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

MGTR. LUIS CRISTOBAL CEDEÑO VALAREZO

CC: 1306246651

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**, que ha sido desarrollado por Jefferson Erick Cepeda Galarza y Jorge Antonio Murillo Párraga, previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**MGTR. DANIEL AGUSTIN MERA
MARTINEZ**

CC: 1301932156

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**MGTR. FERNANDO RODRIGO
MOREIRA MOREIRA**

CC: 1311726689

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**MGTR. RICARDO ANTONIO VELEZ
VALAREZO**

CC: 1306391614

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A nuestro tutor por todo el apoyo, seguimiento y dedicación que nos ha dado durante todo este proceso de realización de tesis,

A los profesores que con su ayuda, guía y orientación permitieron que logremos cada uno de nuestros objetivos propuestos, y

A los compañeros y amigos que han brindado su apoyo en este largo proceso.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

JEFFERSON ERICK CEPEDA GALARZA

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien con su Bendición hace posible que pueda lograr cada una de mis metas propuesta.

A mis padres, en especial a mi madre que siempre ha estado ahí hasta en los peores momentos, brindándome todo su apoyo y cariño.

A mis hermanos que con su guía e inspiración son parte primordial de mi vida.

A las demás personas que de alguna forma han sido también un pilar fundamental de mi proceso académico.

JORGE ANTONIO MURILLO PÁRRAGA

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL	ix
RESUMEN	xii
PALABRAS CLAVE	xii
ABSTRACT	xiii
KEYWORDS	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN	1
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN	6
2.1. PLANIFICACIÓN	6
2.1.1. HISTORIAS DE USUARIO	6
2.1.2. RELEASE PLAN	6
2.1.3. ANÁLISIS DE LOS MODELOS SVM Y CNN.	7
2.1.4. ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE	7
2.2. DISEÑO	7
2.2.1. DIAGRAMAS UML	7

	x
2.2.2. DISEÑO DE INTERFACES (PROTOTIPADO)	8
2.3. CODIFICACIÓN	8
2.4. PRUEBAS	9
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	10
3.1. PLANIFICACIÓN	10
3.2. DISEÑO	13
3.3. CODIFICACIÓN	19
3.4. PRUEBAS	23
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
4.1. CONCLUSIONES	27
4.2. RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	33
Anexo 1. Historias de usuario	34
Anexo 2: Release plan	42
Anexo 3: Análisis de los modelos computacionales	43
Anexo 4. Especificación de requerimientos de software	49
Anexo 5: Plantilla de prueba de aceptación	86
Anexo 6: Pruebas de aceptación.	87

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Historias de usuarios</i>	10
<i>Tabla 2 - Reléase plan</i>	11
<i>Tabla 3 - Datos utilizados en el modelo Maquina de Vectores de Soporte (SVM)</i>	12
<i>Tabla 4 - Prueba de aceptación registro de usuario</i>	24
<i>Tabla 5 - Prueba de aceptación Ingreso al sistema</i>	25
<i>Tabla 6 - Prueba de Aceptación procesamiento de la ejecución a validar</i>	26

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1 - Gráficas de entrenamiento vs testeo en el modelo de red neuronal convolucional.....</i>	13
<i>Figura 2 - Diagrama de caso de uso de administrador.....</i>	13
<i>Figura 3 - Diagrama de casos de uso de usuario.....</i>	14
<i>Figura 4 - Diagrama de clases</i>	14
<i>Figura 5 - Diagrama de base de datos.....</i>	15
<i>Figura 6 - Arquitectura Cliente-Servidor.....</i>	15
<i>Figura 7 - Interfaces de registro de usuario, inicio de sesión y recuperación de contraseña.....</i>	16
<i>Figura 8 - Interfaces de ayuda, procesamiento y resultados.....</i>	17
<i>Figura 9 - Interfaz de administrar usuario.....</i>	18
<i>Figura 10 - Interfaz de reportes.....</i>	18
<i>Figura 11 - Diagrama de acceso al modelo.....</i>	19
<i>Figura 12 - Interfaces del programa (registro de usuario, inicio de sesión y recuperación de contraseña).....</i>	20
<i>Figura 13 - Interfaces del programa (ayuda, procesamiento y resultados)</i>	21
<i>Figura 14 - Solicitud de permiso para utilizar cámara o galería.....</i>	21
<i>Figura 15 - Acceso a la cámara o galería.....</i>	22
<i>Figura 16 - Interfaces del programa (reportes usuario administrador y reportes usuario normal)</i>	22

RESUMEN

Este trabajo de titulación tiene como objetivo la correcta predicción de la roya en plantas de café robusta mediante la integración de modelos de inteligencia computacional. Para este desarrollo se utilizó la metodología XP, iniciando con una revisión de los modelos a implementar, luego se realizó un diseño que se adaptara a los requerimientos solicitados por el cliente y para continuar con el desarrollo de cada uno de los módulos, para finalizar con el proceso se efectuó un testeó de todas las funcionalidades de la aplicación. Con mayor énfasis, se analizó el procedimiento de detección de la roya con resultados que arrojaron un 85% de casos identificados, siendo el grado de afectación nivel 5 con el 43% la mayor presencia entre todos los casos infectados.

PALABRAS CLAVE

Predicción de roya, inteligencia computacional, café robusto.

ABSTRACT

The objective of this titling work is the correct prediction of rust in robusta coffee plants through the integration of computational intelligence models. For this development, the XP methodology was used, beginning with a review of the models to be implemented, then a design was made that would adapt to the requirements requested by the client and to continue with the development of each of the modules, to end with the process, a test of all the functionalities of the application was carried out. With greater emphasis, the rust detection procedure was analyzed with results that yielded 85% of identified cases, with the degree of involvement level 5 with 43% being the highest presence among all infected cases.

KEYWORDS

Rust prediction, computational intelligence, robusta coffee.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

La ESPAM MFL es una institución la cual aporta a través de sus proyectos de investigación al desarrollo tecnológico de la comunidad. Como menciona Cusme y Loor (2019) la planificación estratégica de la ESPAM MFL 2017-2021 plantea en el subsistema de investigación como objetivo estratégico “fortalecer el sistema de gestión de la investigación para que se contribuya al desarrollo de la zona 4 y el país”, y como objetivo específico establece “ejecutar investigaciones que contribuyan al desarrollo de la zona 4 y del país”.

Gracias a las gestiones realizadas por parte de los directivos universitarios se ha logrado mejorar el ambiente académico a través de propuestas que buscan engrandecer y fortalecer la investigación. Como señala INIAP (2021) “el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, firmaron un convenio de cooperación técnica con el fin de realizar actividades conjuntas de investigación científica, desarrollo y transferencia de tecnología”.

Al ser Manabí una provincia con gran desarrollo agropecuario, la ESPAM se ha preocupado porque sus estudiantes de las diversas áreas tanto de agricultura como de tecnología se preocupen por realizar un aporte tecnológico para el desarrollo de estas producciones. Existen además otras instituciones las cuales también han tomado la iniciativa de aportar a través de las grandes tecnologías al desarrollo agropecuario de las tierras manabitas. Como se puede apreciar la Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico (EAFIT) también participa en investigaciones similares por lo que recalcan que “la investigación aplicada al desarrollo rural, que apuesta por la transformación del agro, resalta los investigadores del proyecto, es un antecedente de avances científicos que involucran disciplinas como la biología, la agronomía y la ingeniería, líneas investigativas que serán exploradas” Posada (2019).

La Coordinación General de investigación, se encuentra realizando trabajos para el aporte de la universidad a la ciencia, contando con diversos grupos de

investigación, como Sistemas Computacionales (SISCOM), con una visión que manifiesta un enfoque en investigación y desarrollo relacionados a sistemas y tecnologías computacionales que ayuden al progreso agro-productivo a nivel local o nacional ESPAM MFL (2020).

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Los grandes avances en la tecnología y el creciente aporte del aprendizaje automático han permitido la aplicación de la inteligencia artificial en un sinnúmero de áreas del conocimiento, produciendo una automatización de procesos que por lo general se hacen de manera manual. En la agricultura se han generado y mejorado técnicas mediante la automatización, “estos avances han creado un nuevo concepto llamado agricultura inteligente” (Ponte, Espinosa, Gibeaux, & González, 2021).

La agricultura inteligente demanda de esfuerzos que se enfoquen en estudiar y desarrollar técnicas que mejoren, incrementen y potencien la producción, y contrarresten padecimientos en los cultivos (Maldonado, Ochoa, & Cerna, 2021).

Para la detección de enfermedades en los cultivos se suelen utilizar técnicas tradicionales, como llevar muestras a un laboratorio con el objetivo de analizarlas y determinar las enfermedades que estén afectando al cultivo (Nachtigall, Araujo, R, & Nachtigall, 2017). No obstante, este proceso requiere tiempo y dinero para poder realizarse. Por ello, implementar nuevas técnicas que mejoren y agilicen este proceso es fundamental y de gran ayuda al sector agrícola (Pardo & Saavedra, 2020, Roldán, Roshan, & Sánchez, 2019).

Según Quijije (2021) “Ecuador posee una gran capacidad como productor de café, convirtiéndose en uno de los pocos países en el mundo que exporta todos los tipos de café: arábigo lavado, arábigo natural y robusto”. Una de las enfermedades con la que se enfrenta este cultivo es la roya, ocasionada por el hongo *Hemileia vastatrix* afectando primordialmente a las hojas de las plantas, desarrollándose cuando existe un adecuado ambiente de humedad y temperatura (Valladares, 2019). “Una vez que infecta las hojas de café, la roya provoca su caída, disminuyendo el rendimiento alrededor de 35%” (Talhinhas et al. 2017).

Las enfermedades ocasionadas por bacterias y hongos, generan grandes pérdidas en producciones agrícolas, ya sea al momento que se realiza la producción, la cosecha o la post cosecha (Quintero, Ríos, Quintana, & León, 2018; Gómez, y otros, 2018). La roya es considerada como la enfermedad más

importante y que más daños causa a plantaciones de café mundialmente (Julca et al. 2019). Está presente en casi todas las áreas productoras de café, y es de suma importancia tomar acciones oportunas que permitan su rápida detección (Avelino et al. 2019).

En la actualidad se puede evidenciar un fuerte incremento en la automatización en las labores del campo logrado por una evolución en tecnología y a la modernización que la tecnología ofrece (Tovar, Solórzano, Badillo, & Rodríguez, 2019). La tecnología mediante los procesos de la inteligencia artificial que se han aplicado en diferentes ámbitos dentro del campo de la agricultura produce éxitos en diversos aspectos, en lo que se detectan un sinnúmero de enfermedades de las plantas en el sector agrícola, para lograr cumplir con los objetivos se requieren métodos rápidos, precisos y al alcance de todos los agricultores (Bustamante & García, 2021).

La temprana detección de enfermedades aplicando técnicas y procedimientos de inteligencia artificial, está siendo un avance muy importante de la tecnología enfocado al ámbito de la agricultura, mediante el aprendizaje automático y algoritmos de optimización se han logrado grandes avances para mejorar el rendimiento de los cultivos alrededor del mundo (Lara, Velandia, & Rocha, 2021; Fermín, Juárez, Pérez, & León, 2018). “Redes neuronales, lógica difusa, algoritmos genéticos, y bioinformática, se han encargado en los últimos tiempos de proporcionar soluciones a los problemas en sistemas agrícolas complejos de manera eficaz” (Pascual, Ramírez, & Ortiz, 2016).

En base a lo antes mencionado, los autores plantean el desarrollo de una “aplicación móvil para la predicción de la roya en café robusta con integración de modelos de inteligencia computacional”. Los modelos que se integrarán a la aplicación han sido desarrollados mediante otros trabajos de titulación, uno basado en procesamiento de imágenes y otro en análisis de características fenotípicas, cabe señalar que tanto el proyecto que se plantea como los dos antes mencionados aportan al proyecto institucional “Caracterización de la roya en cultivos de café robusta mediante técnicas avanzadas de inteligencia computacional” del grupo de investigación SISCOM.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar una aplicación móvil con integración de modelos de inteligencia computacional para la predicción de la roya en café robusta.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los modelos de inteligencia computacional que pueden ser aplicados para optimizar el proceso de la predicción de la roya en café robusta.
- Recopilar información sobre el diseño del modelado de la aplicación móvil.
- Desarrollar la aplicación móvil implementando modelos computacionales empleando la metodología ágil.
- Evaluar el desempeño de la aplicación móvil desarrollada.

CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN

Para el desarrollo fue necesario el uso de la metodología XP (Programación Extrema) la cual se basa en valores, principios y prácticas, con el objetivo de permitir que los equipos pequeños y medianos creen software de alta calidad y se adapten a los requisitos cambiantes y en evolución. Las fases de esta metodología son: planificación, diseño, codificación y pruebas (Beck, 2005).

2.1. PLANIFICACIÓN

2.1.1. HISTORIAS DE USUARIO

Ulloa (2014) describe que las historias son breves descripciones de lo que hará el sistema, el cliente manifiesta sus requerimientos de forma de fácil explicación para él. Una historia de usuario debe tener un mínimo de detalles para que el desarrollador pueda estimar su tiempo de desarrollo (p.24).

El primer paso para desarrollar una aplicación es conocer lo que el cliente desea, para lo cual se efectuó una entrevista al director del proyecto “CARACTERIZACIÓN DE LA ROYA EN CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA MEDIANTE TÉCNICAS AVANZADAS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL” obteniendo información valiosa que permitió determinar de manera informal las funcionalidades principales del sistema móvil y a su vez muy necesaria para crear las historias de usuarios.

2.1.2. RELEASE PLAN

Ulloa (2014) manifiesta que, tras definir las historias de usuarios, se debe crear un plan de lanzamiento tipo versiones (release plan) para especificar las fechas en las que se debe presentar cada una de las historias ya desarrolladas. En la planificación de versiones, es la parte en la que el cliente y los programadores definen la fecha de implementación y la prioridad de la implementación de cada versión. Para el desarrollo de las historias de usuario debe estar claros cuatro factores, los objetivos a cumplir, el tiempo que tarda en desarrollarse, la

presentación de cada versión del programa y evaluar la calidad del trabajo realizado (p.24).

2.1.3. ANÁLISIS DE LOS MODELOS SVM Y CNN.

Para el análisis se procedió a utilizar los modelos propuestos en las tesis: “APLICACIÓN MÓVIL DE DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA ROYA EN HOJAS DE CAFÉ ROBUSTA MEDIANTE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO” enfocado al procesamiento de imágenes mediante la aplicación de Redes Neuronales Convolucionales (CNN) y “MODELO DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE AFECTACIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA” correspondiente al otro modelo utilizando características fenotípicas aplicando Máquina de Vectores de Soporte (SVN).

2.1.4. ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

Las historias de usuarios ayudaron a desarrollar una especificación de requisitos de software (ERS) utilizando estándares profesionales informáticos, para este proyecto se hizo uso del estándar de la Carrera de Computación.

Este documento presenta la especificación de requisitos de software para el sistema móvil app-roya y pretende servir como guía durante el desarrollo de la aplicación y su posterior implementación. Además, describe cada requisito derivado de los análisis y estudios realizados, las características del sistema, lo positivo y negativo de la aplicación, así como también los requisitos técnicos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

2.2. DISEÑO

2.2.1. DIAGRAMAS UML

Es un estándar industrial internacional de notaciones gráficas usadas para describir, visualizar, construir y documentar los artefactos del software de un sistema (Edraw, 2022).

Se utilizaron los diagramas de casos de uso para identificar funcionalidades antes de desarrollar un sistema. Describen las interacciones entre diferentes tipos de actores con el sistema que se está diseñando. En este paso no se muestra a totalidad lo que la aplicación va a realizar, si no que resume algunas relaciones principales entre funcionalidades, actores y sistemas.

Así mismo, se hizo uso del diagrama de clases para describir una vista estática y la estructura de la aplicación describiendo las relaciones de cada uno de los actores, a su vez, los atributos que este posee y las funcionalidades que puede realizar.

2.2.2. DISEÑO DE INTERFACES (PROTOTIPADO)

El prototipado fue una fase crucial del diseño y desarrollo de la aplicación móvil. El prototipo ayudó a poner en orden las ideas desarrolladas con la toma de requerimientos, explorar diferentes caminos de diseño y además es una ayuda con la que se puede detectar posibles problemas antes de empezar la fase de programación.

2.3. CODIFICACIÓN

Cuando se trata de codificación el cliente forma parte primordial del equipo, debido a que él debe estar al tanto de lo que se está desarrollando, ya que es quien conoce a la perfección las historias de usuarios y además se ha desarrollado un plan de lanzamiento para lo cual se él debe realizar las pruebas y verificar que la historia implementada se ajusta a la funcionalidad solicitada.

La metodología XP nos ofrece una codificación en conjunto (programación en pareja) con el objetivo de mantener líneas de códigos eficientes, implementando repositorios de códigos donde los programadores compartieron sus avances y al mismo tiempo sirvió para mantener una aplicación en constante modificación y mejora, siendo los mismos desarrolladores quienes testeaban de acorde a los avances cada funcionalidad de la aplicación.

2.4. PRUEBAS

En la metodología X.P el uso de los test fue un pilar fundamental que sirvió para comprobar el funcionamiento de los códigos que se implementaron. El punto importante aquí es crear pruebas sin dependencias de líneas código, esto ayudó a ganar tiempo para correcciones, ya corregidos son alojados en repositorios para tener un respaldo en caso de cualquier problema de manera local. Para los test de aceptación se utilizó una plantilla descrita por (Sintya, Maria, y Neldin, 2018, p.30) revisar en anexo 6, los test de aceptación fueron adaptados por los desarrolladores y evaluados por el supervisor del proyecto para determinar el correcto funcionamiento asociado a la historia de usuario.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. PLANIFICACIÓN

Al realizar la visita al director del proyecto “CARACTERIZACIÓN DE LA ROYA EN CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA MEDIANTE TÉCNICAS AVANZADAS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL” se realizó una toma de historias de usuario (Tabla 1), con ello se logró tener el conocimiento de las funcionalidades a desarrollar en la aplicación móvil. Se describe más detalladamente en el Anexo 1.

HISTORIAS DE USUARIOS		
Númer o	Nombre	Descripción
01	Registro de usuarios	El usuario se podrá registrar los campos para registrarse al sistema
02	Ingreso al sistema	El usuario o administrador deberá ingresar las credenciales de ingreso
03	Procesamiento	El usuario o el administrador deberá ingresar una imagen ya sea tomada o cargada y unos datos fenotípicos para el debido procesamiento.
04	Integración de los modelos de IA	Los modelos se subirán a un servidor para ser consumidos
05	Administrador	El administrador podrá realizar la gestión de los usuarios ya sea editar, eliminar.
06	Respaldo de información	Se guardará la información en una base de datos para futuros.
07	Reportes	Se mostrará reportes de los ingresos anteriores con debidas filtraciones.

Tabla 1 - Historias de usuarios

Fuente: Los autores

Para el desarrollo del reléase plan (Anexo 2) se determinó el tiempo para la implementación del software, esto ayudó a organizar cada tarea a ser

desarrollada. En la (Tabla 2) se muestra el tiempo que se llevó en realizar cada interacción.

ITERACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIEMPO						
		14 de junio - 20 de Junio	21 de junio - 27 de Junio	28 de junio - 18 de Julio	19 de julio -25 de Julio	26 de julio - 8 de agosto	9 de agosto - 15 de agosto	16 de agosto - 22 de agosto
ITERACIÓN 1	Desarrollo de registros de usuarios							
ITERACIÓN 2	Desarrollo de ingreso al sistema							
ITERACIÓN 3	Desarrollo del procesamiento							
ITERACIÓN 4	Desarrollo de Integración de los modelos de IA							
ITERACIÓN 5	Desarrollo de administrador							
ITERACIÓN 6	Desarrollo de respaldo de la información							
ITERACIÓN 7	Desarrollo de reportes							

Tabla 2 - Reléase plan

Fuente: Los autores

Las historias de usuarios ayudaron a desarrollar el ERS de la app-roya con la cual se pretendió hacer predicciones más exactas de la roya de café, para lo cual se aplicaron cuatro tipos de modulo como son configuración del sistema, desarrollo, administración y reportes. Ver (Anexo 4). Para desarrollar la aplicación móvil aplicando la metodología XP, fue necesario utilizar cada una de las fases, para cumplir con cada objetivo propuesto.

Para la revisión del modelo Maquina de Vectores de Soporte (SVM) que permite realizar la predicción de la roya mediante la utilización de características fenotípicas (Tabla 3), (Andrade, 2021) afirma que este modelo es el que presenta un mejor rendimiento al momento de utilizarlo para investigaciones del ámbito agrícola. Este modelo presenta una precisión del 79%, medido en la validación del modelo ver (Anexo 3).

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida	Descripción
Altura de planta	Cuantitativa	cm	Define la longitud de la planta desde el suelo hasta la copa
Número de ramas	Cuantitativa	N°	Especifica el número de ramas de la planta
Si está en producción	Cualitativa	0,1,2,3,4,5	Establece una escala del 0 al 5 el nivel de producción de una planta, en donde 0 representa que la planta no produce y 5 el nivel más alto de producción
Presencia de plagas	Cualitativa	Si/No	Representa (de forma global) la presencia o no de plagas en una planta
Si hay plagas	Cualitativa	0,1,2,3,4	Define en una escala del 0 al 4 el nivel de afectación de plagas de una planta, en donde 0 representa la no presencia de plagas y 4 el nivel más alto de afectación
Si hay roya	Cualitativa	1,2,3,4,5	Define en una escala del 0 al 4 el nivel de afectación de roya de una planta, en donde 0 representa la no presencia de roya y 4 el nivel más alto de afectación
Incidencia de enfermedades distintas de roya	Cualitativa	0,1,2	Define en una escala del 0 al 4 el nivel de afectación de otras enfermedades de una planta, en donde 0 representa la no presencia de otras enfermedades y 2 el nivel más alto de afectación
Producción (gramos/planta)	Cuantitativa	gramos	Mide el peso total de todos los frutos producidos por una planta durante toda su vida

Tabla 3 - Datos utilizados en el modelo Máquina de Vectores de Soporte (SVM)

Fuente: Andrade, 2021

Para el segundo modelo Redes Neuronales Convolucionales (CNN) los autores crearon un conjunto de datos (*dataset*) con imágenes correspondientes a dos tipos: plantas infectadas con roya y plantas sanas. Divididos en dos grupos, correspondientes para entrenamiento y para testeo, donde los resultados encontrados en la investigación de (Cusme y Loor, 2019), indican que, de las 5 versiones del modelo evaluado, la versión entrenada con el conjunto de datos Custom 300 obtuvo un 80% de precisión sobre el subconjunto de prueba, y un 74% de precisión (en promedio) durante la fase de validación, siendo esta la versión del modelo con el más alto rendimiento encontrado.

El reentrenamiento de este modelo fue muy satisfactorio, en el entrenamiento del modelo se tuvo una precisión del 95%, mientras que en la validación se obtuvo un 83%, siendo un modelo relativamente bueno para la predicción de la roya, mediante el análisis de hojas de café robusta. En la (Figura 1), se puede observar las gráficas de entrenamiento y validación, tanto como en la pérdida del modelo (*loss*), como para la precisión (*accuracy*).

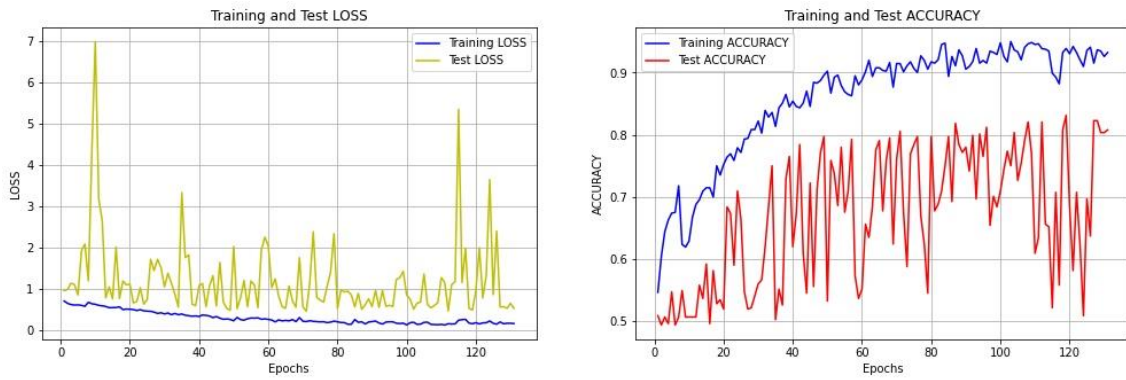


Figura 1 - Gráficas de entrenamiento vs testeo en el modelo de red neuronal convolucional

Fuente: Los autores

3.2. DISEÑO

El diagrama de casos de uso se utilizó para identificar la funcionalidad del sistema en la (Figura 2) se muestra al actor administrador que tendrá acceso a algunas funcionalidades que son, la de poderse logear, realizar la gestión de usuarios ya sea eliminar y editar, también podrá realizar el procesamiento de la información y realizar reportes.

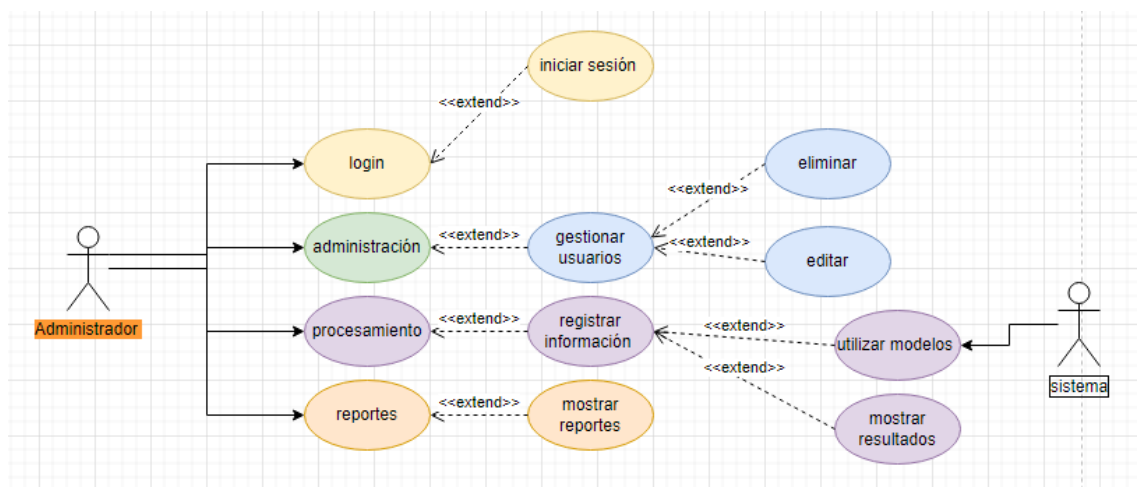


Figura 2 - Diagrama de caso de uso de administrador

Fuente: Los autores

En el caso del actor usuario (Figura 3) tendrá acceso a registrarse, iniciar sesión, recuperar contraseña, realizar el debido procesamiento de la información y realizar reportes.

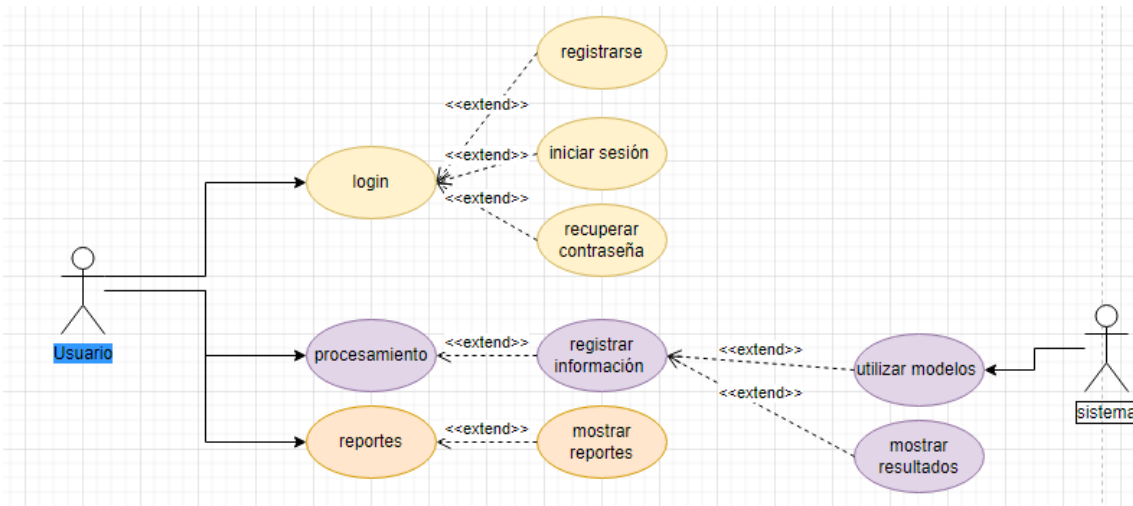


Figura 3 - Diagrama de caso de uso de usuario

Fuente: Los autores

El diagrama de clases UML se usó para describir el objeto y la estructura de la información de la aplicación, además para mostrar la comunicación con sus usuarios en la (Figura 4) se muestra a detalle,

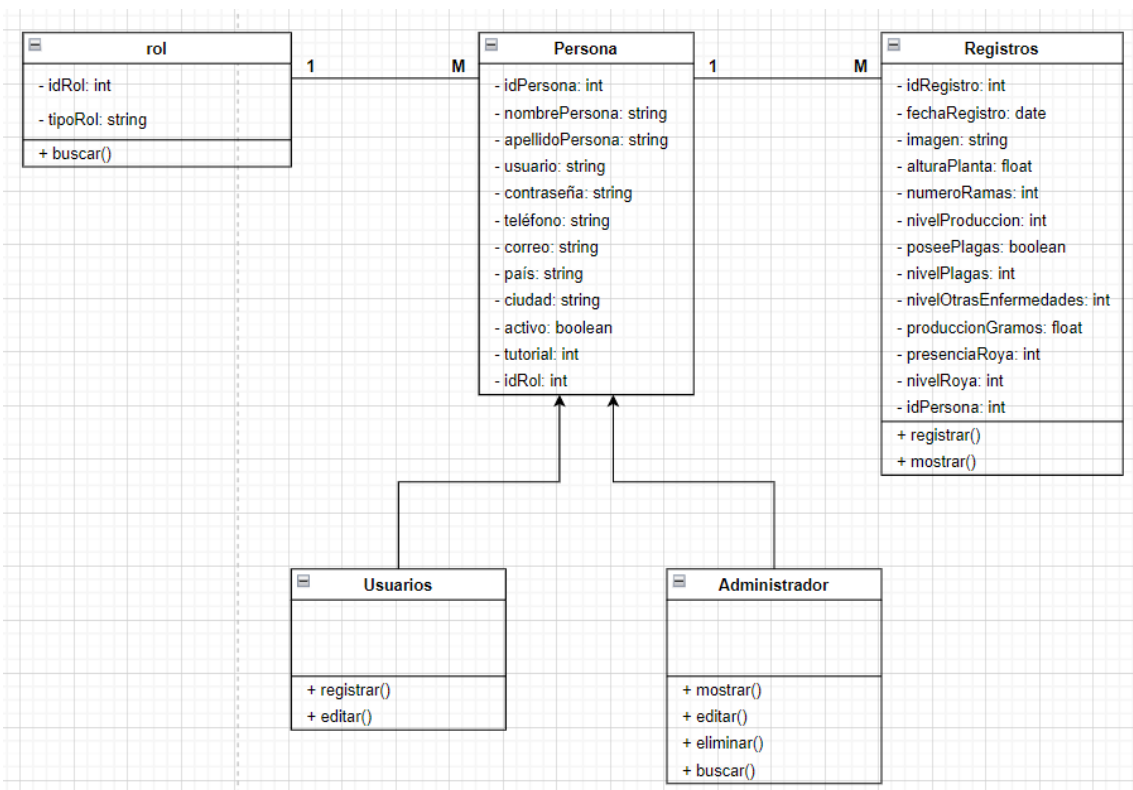


Figura 4 - Diagrama de clases

Fuente: Los autores

El diagrama de la base de datos ayudó para llevar una organización de la información de la app en la (Figura 5) se muestran tres tablas, la de rol, la de personas y la de registro de la información, con su debida relación.

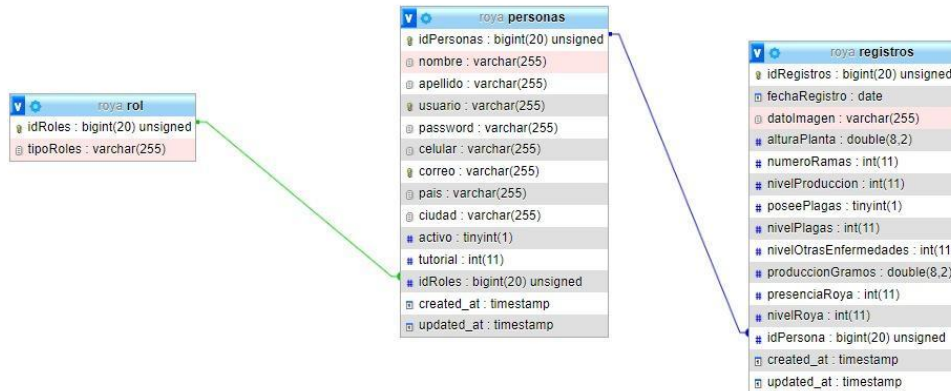


Figura 5 - Diagrama de base de datos

Fuente: Los autores

En la (Figura 6), se puede apreciar la arquitectura cliente servidor desarrollada para esta aplicación, siendo este modelo la representación de las peticiones que el cliente realizar al servidor.

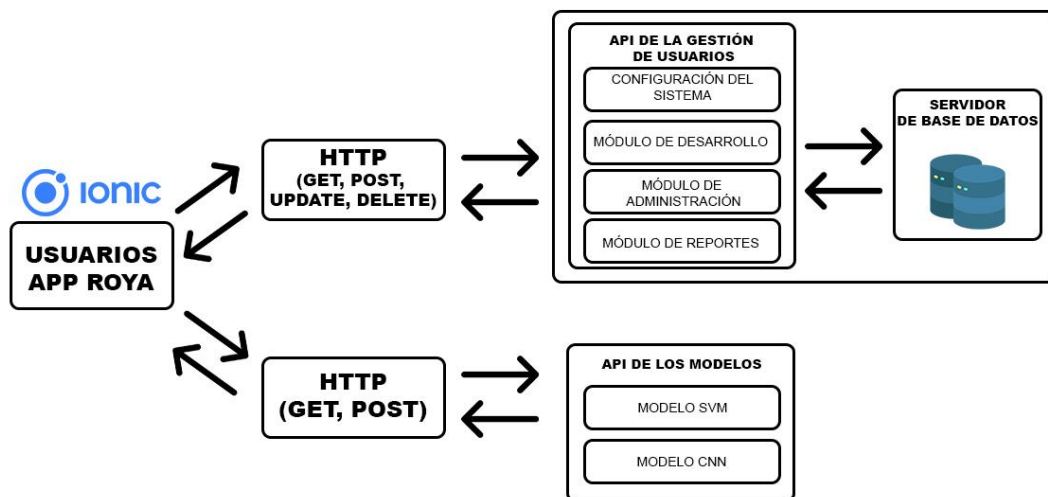


Figura 6 - Arquitectura Cliente-Servidor

Fuente: Los autores

Para el desarrollo del prototipo se utilizó el software gratuito figma es una herramienta de gráficos vectorial, que además se puede alojar en la nube y trabajar en equipo, muy fácil de plasmar las ideas para guiarse en las interfaces del software.

En este prototipado se usó un diseño básico y lo más entendible para el usuario, tiene iconos que ayudan al entendimiento y colores bajos como el azul, blanco, negro, rojo. En el módulo de configuración del sistema se presentan tres interfaces que son registro usuario, inicio de sesión, y recuperación de contraseña.

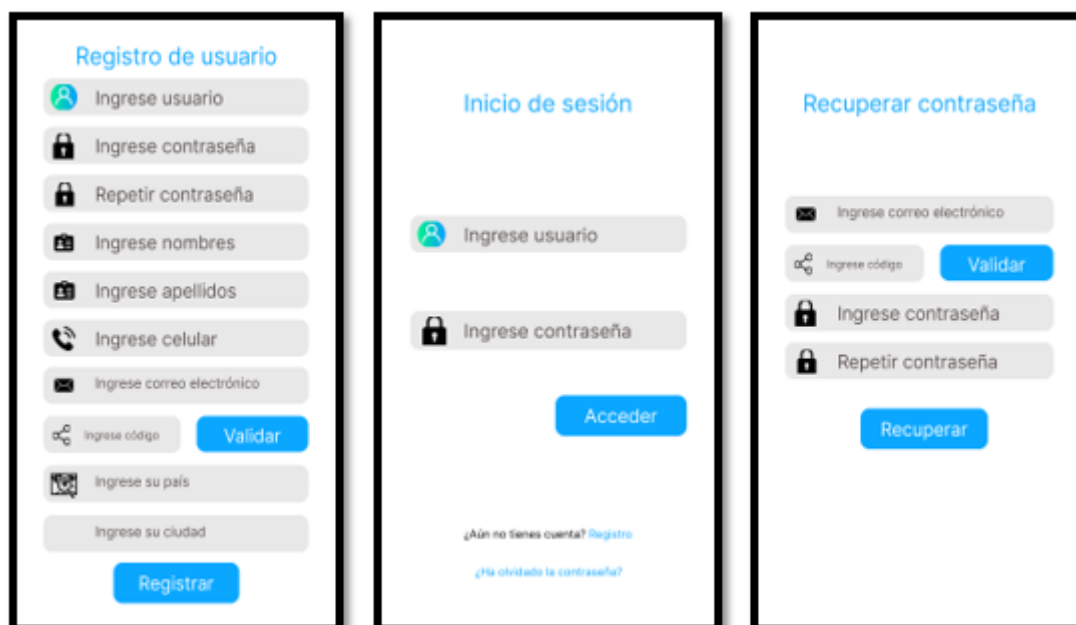


Figura 7 - Interfaces de registro de usuario, inicio de sesión y recuperación de contraseña

Fuente: Los autores

En la (Figura 7) se muestra la interfaz de registro para el usuario en la cual se ingresa los datos personales, además se valida el correo electrónico, también una interfaz de inicio de sesión sea de usuario o administrador ya el ingreso esta validado por el rol y por último se muestra una interfaz de recuperar contraseña la cual se validan por correo electrónico. El módulo de desarrollo se encuentra la interfaz de ayuda, procesamiento y resultado.

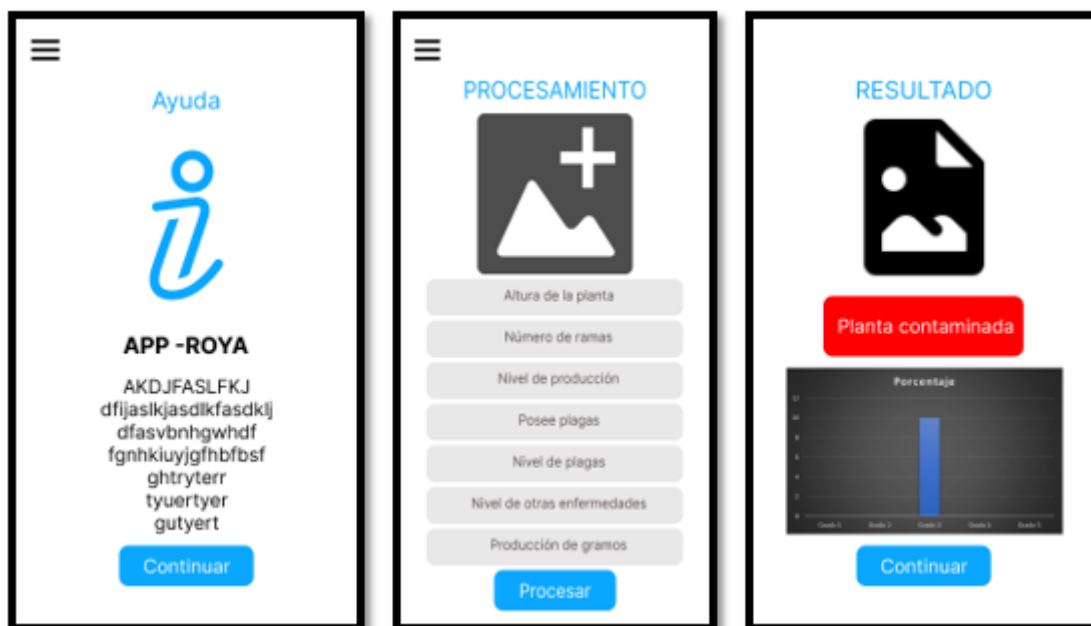


Figura 8 - Interfaces de ayuda, procesamiento y resultados

Fuente: Los autores

En la (Figura 8) se muestra una interfaz de ayuda que presentará una guía para interactuar con la app. También la interfaz de procesamiento en la cual donde se agrega los datos fenotípicos de la planta y una imagen de ella para realizar la debida predicción y por último la interfaz de resultados se presenta la imagen y el resultado no está infectada de roya o si lo está, en el caso de estarlo con el grado de afectación. El módulo de administración en la (Figura 9) muestra la interfaz de administración en la cual el administrador puede gestionar los usuarios ya se editar, eliminar.

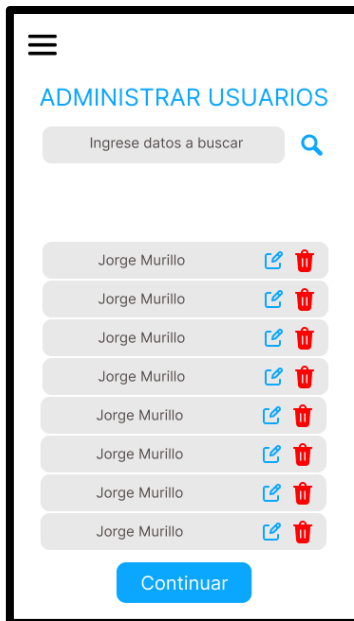


Figura 9 - Interfaz de administrar usuario

Fuente: Los autores

En el módulo de reportes en la (Figura 10) se ilustra la interfaz reportes que para el usuario podrá seleccionar en una fecha de inicio y una de fin para apreciar, por la parte del administrador puede filtrar por países, ciudades, fechas.



Figura 10 - Interfaz de reportes

Fuente: Los autores

3.3. CODIFICACIÓN

En la codificación se tomó en cuenta que los modelos computacionales integrados estaban desarrollados en lenguaje de programación Python los cuales se incorporaron mediante Flask para su utilización de manera externa, con sus debidas librerías como tensorflow, pandas, entre otras. Para la parte de Backend se desarrolló en Laravel y para el Framework se utilizó Ionic trabajando conjuntamente con Angular.

En la (Figura 11) se aprecia un diagrama que expresa el acceso a los modelos mediante el uso de una API implementada en Flask, pasando como parámetro una imagen codificada en base64 y el conjunto de características fenotípicas de la planta. Inicialmente se interpreta esa cadena y se convierte en imagen (.jpg), luego se adaptan los datos de características a un dataframe que será utilizado para el modelo de SVM. Luego cargan los modelos a memoria y los pesos de los mismos obtenidos en la fase de entrenamiento y se realiza la predicción, tanto en la RNN mediante el uso de la imagen, así como el SVM con la utilización de las características. El resultado de esas dos predicciones se pone en conjunto y es lo que se retorna a la aplicación móvil, permitiendo al usuario visualizar el resultado.

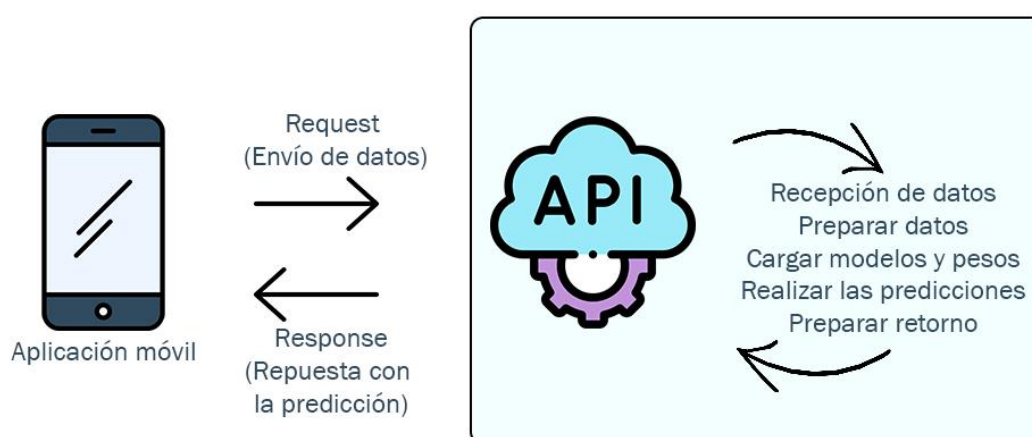


Figura 11 - Diagrama de acceso al modelo

Fuente: Los autores

Para desarrollo móvil se utilizó Ionic 6.19.1 desarrollando cada uno de los módulos diseñados en la interfaz, enfocados en implementar las historias de usuarios. En la (figura 12) se muestra el módulo de registro de usuarios, inicio de sesión y recuperar contraseña, desarrollados de una manera simple, enfocado a que los usuarios finales no tengan dificultad al momento de crear una cuenta o de ingresar a la aplicación. La manera de interacción de este módulo se da dependiendo de si el usuario ya está registrado, en ese caso solo ingresa sesión o si no debe registrarse llenando los datos de manera correcta. Por último, si olvidó su contraseña, debe ingresar la información solicitada para validar la cuenta e ingresar una nueva contraseña.

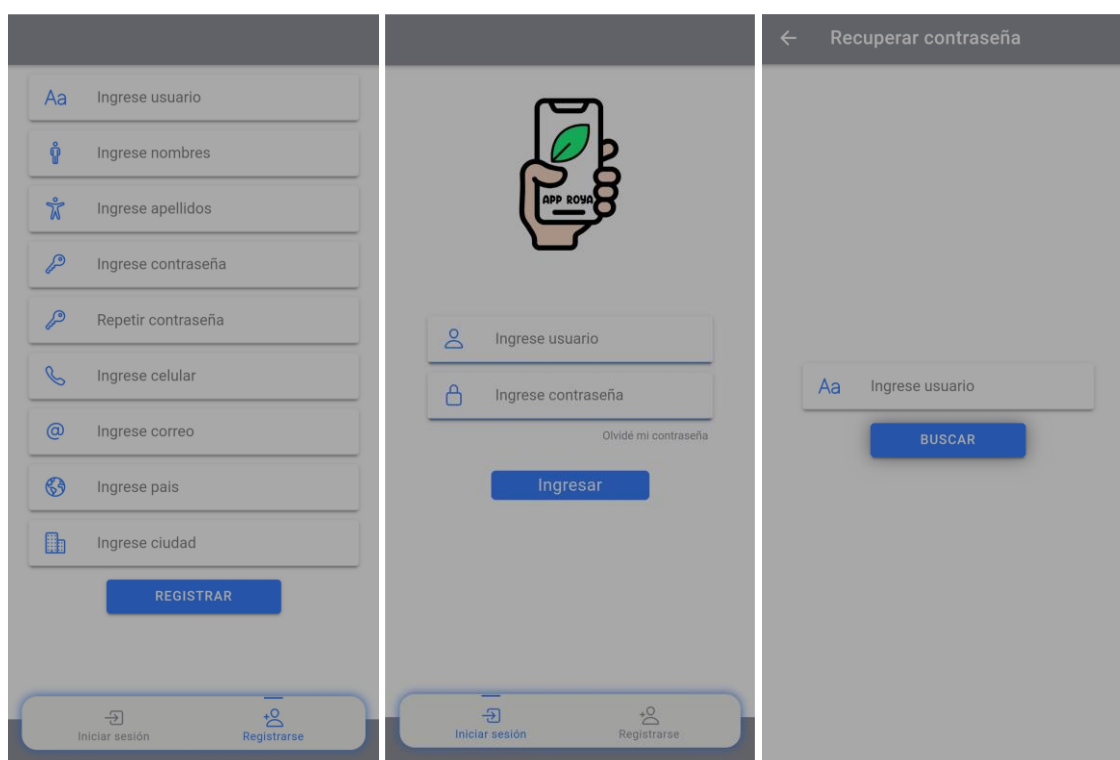


Figura 12 - Interfaces del programa (registro de usuario, inicio de sesión y recuperación de contraseña)

Fuente: Los autores

Para realizar la debida predicción es necesario el ingreso de los datos que se van a utilizar, en la (Figura 13) se muestra la implementación del módulo de ayuda necesario para dar una guía del proceso para realizar el ingreso correcto de los datos, la interfaz procesamiento de datos, donde se necesita el ingreso de una imagen ya sea mediante la galería de fotos o una imagen tomada al instante utilizando la cámara, así como también los valores correspondientes a las características fenotípicas de la planta, y como última interfaz se muestra la de

resultado, siendo la vista que tiene el usuario para poder visualizar la predicción que han realizado los modelos.

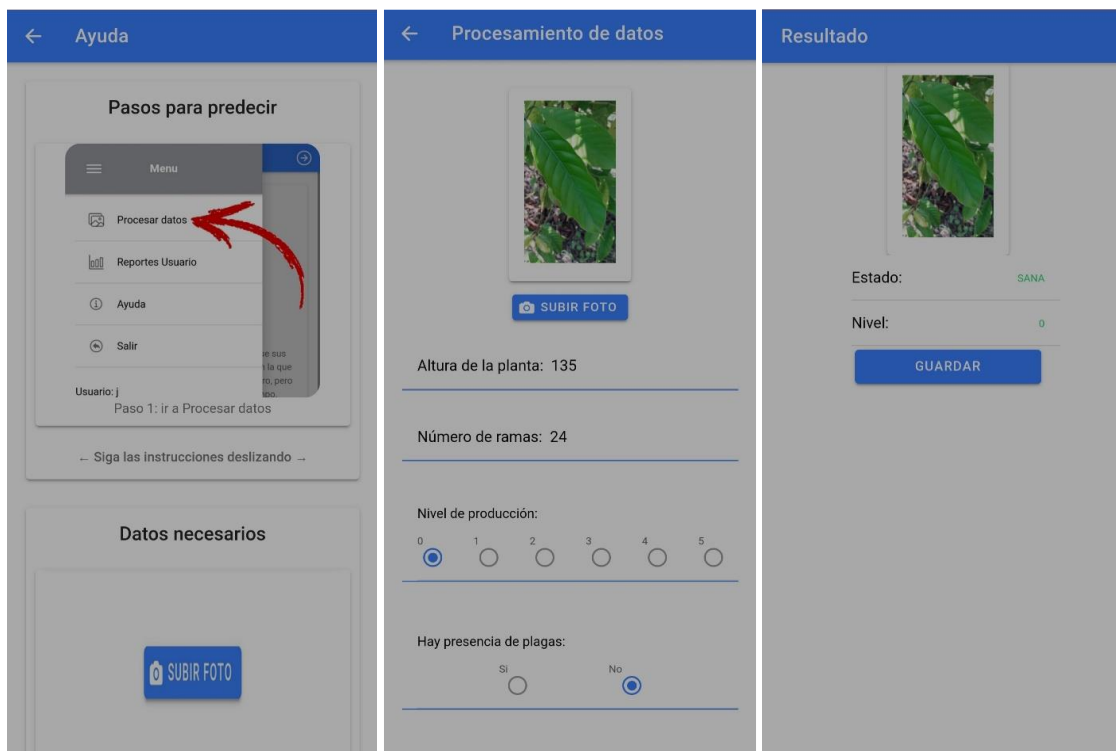


Figura 13 - Interfaces del programa (ayuda, procesamiento y resultados)

Fuente: Los autores

Para utilizar la cámara o la galería de una aplicación desarrollada en Ionic es necesario solicitar los permisos necesarios para lectura y escritura de esta aplicación de manera nativa en el sistema del dispositivo móvil, como se muestra en la (Figura 14) donde se solicitan los permisos de acceso a internet, lectura y escritura para el almacenamiento de la cámara en el dispositivo.

```

<!-- Permissions -->

<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
<uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE"/>
<uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE"/>

```

Figura 14 - Solicitud de permiso para utilizar cámara o galería

Fuente: Los autores

Una de las funciones primordiales de la aplicación se muestra en la (Figura 15) donde se permite el acceso a la cámara o a la galería del dispositivo, permitiendo el acceso de manera directa y retornando la imagen en base64 la cual será enviada al modelo para que realice la predicción.

```

async getPicture() {
  if (!Capacitor.isPluginAvailable('Camera')) {
    this.filePickerRef.nativeElement.click();
    return;
  }

  const image = await Camera.getPhoto({
    quality: 100,
    width: 400,
    allowEditing: false,
    resultType: CameraResultType.DataUrl,
    source: CameraSource.Prompt
  });
  let im = image['dataUrl'];
  this.nombre = im.replace('data:image/jpeg;base64,', '');
  this.photo = this.sanitizer.bypassSecurityTrustResourceUrl(image && (image.dataUrl));
}

```

Figura 15 - Acceso a la cámara o galería

Fuente: Los autores

En la (Figura 16) se puede apreciar dos interfaces de reportes, una para el usuario principal y otra para los usuarios normales, la diferencia radica que el usuario normal solo puede revisar la información propia ya registrada, no obstante, el usuario administrador puede revisar la información de todos, a su vez también tiene la posibilidad de filtrar por usuarios de manera individual.

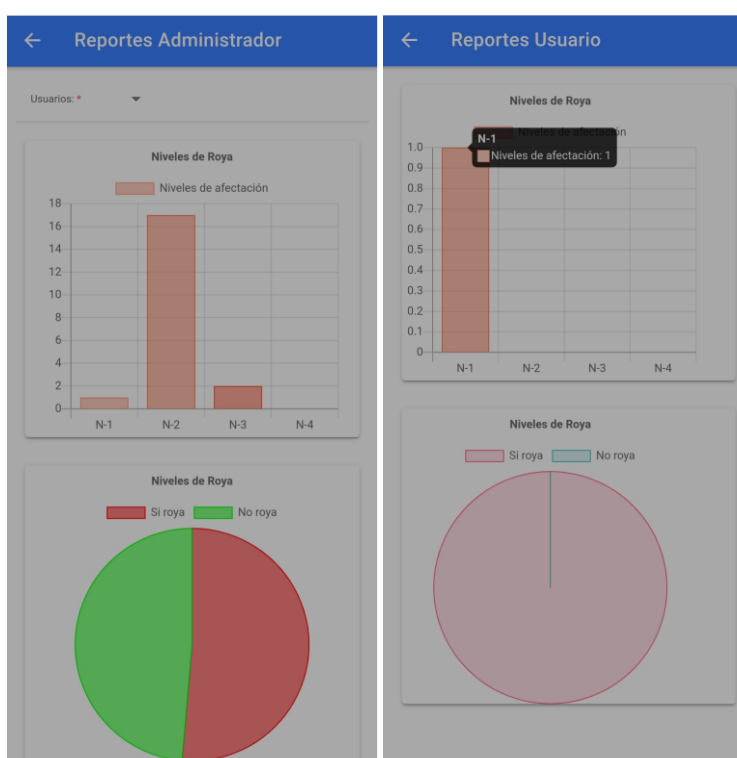


Figura 16 - Interfaces del programa (reportes usuario administrador y reportes usuario normal)

Fuente: Los autores

3.4. PRUEBAS

Las pruebas unitarias fueron realizadas a cada uno de los módulos del sistema, permitiendo la retroalimentación para el desarrollo de todas las historias de usuario.

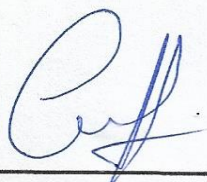
Las pruebas de aceptación fueron desarrolladas teniendo como referencia las historias de usuarios. El cliente verificó cada escenario propuesto de cada prueba para corroborar cuando una historia de usuario fue correctamente implementada y aprobada.

Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-001	Historia de usuario (nro. Nombre) 001- Registro de usuarios.
Nombre PA: Interfaz de usuarios.	
Descripción: En la interfaz de registro de usuarios se procede a llenar los campos de registro que son: nombre de usuario, nombres, apellidos, contraseña, repetir contraseña, celular, correo electrónico, país, y ciudad. Los cuales se almacenan en una base de datos.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • El nombre de usuario no debe ser repetido (estar en la base datos). • La contraseña y la repetir contraseña deben coincidir. • El número de celular debe tener el formato 09xxxxxxxx (donde x puede ser cualquier dígito entre el 0 – 9). • El correo debe tener un formato correcto. • Llenar todos los campos. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar los campos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Usuario • Nombres • Apellidos • Contraseña • Repetir contraseña • Celular • Correo • País • Ciudad 2. Proceder a seleccionar el botón registrarse. 	
Resultado esperado: Mensaje de registro satisfactorio	
Evaluación de la prueba: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Aprobada: <input checked="" type="checkbox"/> </div> <div style="text-align: center;"> Denegada: <input type="checkbox"/> </div> </div>	
Comentarios y/o sugerencias:	


Firma de aceptación
 Ing. William Chila

Tabla 4 - Prueba de aceptación registro de usuario
Fuente: Los autores

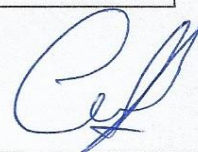
Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-002	Historia de usuario (nro. Nombre) 002- Ingreso al sistema
Nombre PA: Interfaz de logueo y recuperar contraseña.	
Descripción: En la interfaz de ingreso al sistema o logueo se debe ingresar el nombre de usuario y la respectiva contraseña ya registrada. En caso de no recordar la contraseña puede hacer uso de la opción de recuperar contraseña.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • El nombre de usuario y contraseña deben ser las correctas para poder acceder al sistema. • Es necesario el ingreso correcto del correo y el celular ya registrados, para poder cambiar la contraseña. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso al sistema <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Ingresar nombre de usuario y contraseña. 1.2. Proceder a seleccionar el botón de ingresar. 2. Recuperar contraseña <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Ingresar nombre de usuario. 2.2. Presionar el botón de buscar usuario. 2.3. Ingresar correo y número celular ya registrados. 2.4. Presionar el botón de validar datos. 2.5. Ingresar contraseña y repetir contraseña. 2.6. Presionar el botón cambiar contraseña. 	
Resultado esperado: Mensaje de bienvenida. Mensaje de cambio de contraseña exitoso.	
Evaluación de la prueba: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Aprobada: <input checked="" type="checkbox"/> </div> <div style="text-align: center;"> Denegada: <input type="checkbox"/> </div> </div>	
Comentarios y/o sugerencias:	



Firma de aceptación

Tabla 5 - Prueba de aceptación Ingreso al sistema
Fuente: Los autores

Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-003	Historia de usuario (nro. Nombre) 003- Procesamiento. 004- Integración de modelos de IA 006- Respaldo de información
Nombre PA: Interfaz de procesamiento y resultado.	
Descripción: El usuario en la interfaz de procesamiento debe ingresar los campos correspondientes para ejecutar los algoritmos y que devuelvan el resultado.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • Llenar todos los campos correctamente, con los valores solicitados, en el formato correspondiente. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú seleccionar procesar datos. 2. Llenar los campos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de una fotografía (tomada desde cámara en ese momento o cargada de galería). • Llenar el campo de altura de la planta. • Llenar el campo de número de ramas. • Seleccionar el nivel de producción. • Seleccionar si/no hay presencia de plagas. • Seleccionar el nivel de plagas. • Seleccionar el nivel de otras enfermedades. • Llenar el campo de producción en gramos. 3. Proceder a seleccionar el botón procesar datos. 4. Observar el resultado. 5. Presionar el botón guardar. 	
Resultado esperado: Mensaje de clasificación/predicción. Mensaje de guardado de datos.	
Evaluación de la prueba:	
Aprobada: <input type="checkbox"/>	Denegada: <input type="checkbox"/>
Comentarios y/o sugerencias: - mejorar usabilidad en escala → Resultado con Datos	



Firma de aceptación

*Tabla 6 - Prueba de Aceptación procesamiento de la ejecución a validar
Fuente: Los autores*

A continuación, presentamos la prueba de aceptación de la historia de usuario 001, 002 y 003 de la aplicación roya, el documento completo con todas las pruebas de aceptación se encuentra en el Anexo 6.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Con el objetivo de predecir roya en café robusta se analizaron dos modelos de inteligencia computacional. Los modelos utilizan dos tipos de datos diferentes, el SVM adaptándose al tratamiento de datos correspondientes a las características fenotípicas de la planta (79% de precisión) y el RNN enfocado al reconocimiento de imágenes (85% de precisión) para determinar la presencia o no de roya.

El diseño de la aplicación se fundamentó en base a tres diagramas que son de casos de usos, de clases, y base de datos. Los cuales permiten especificar las funcionalidades, estructurar la información y diseñar la base de datos para almacenar la información. Mientras que el prototipo muestra cómo se va a llevar a cabo la interacción del humano con las distintas opciones, además permite tener una idea aproximada de cómo termina la app, el aspecto que tendrá y cómo funcionará.

Se empleó la metodología XP en todo el desarrollo de la aplicación móvil, en cada una de sus etapas detalla los pasos para todo el proceso a realizar, de esta manera se puede desarrollar un producto de calidad, simple, eficaz y entendible, satisfaciendo todas las necesidades y teniendo una constante interacción con el cliente.

Las pruebas unitarias son realizadas para la comprobación de la funcionalidad de cada uno de los módulos o componentes del sistema conjuntamente con las pruebas de aceptación por parte del cliente ya que es la aprobación de que el producto final es acorde a lo solicitado.

4.2. RECOMENDACIONES

Para el análisis de datos cualitativos y cuantitativos correspondientes a características de un objeto de estudio se recomienda implementar SVM, debido a que ofrece ventajas para un rápido tratamiento de datos, mientras que para el tratamiento de imágenes los modelos de RNN son de gran utilidad, ya que son adaptables y se enfocan en el tratamiento de las mismas, intentando predecir de acuerdo a su perspectiva y no como otros modelos que siguen una línea descrita.

Para un buen diseño de prototipado es necesario plasmar cada detalle lo más entendible y preciso, para así llegar a una aceptación por parte del cliente y de hacer cambios a futuro no sean drásticos.

Para desarrollar una aplicación en base a la metodología XP se la debe adaptar al proyecto y llevar todo controlado mediante un cronograma de actividades para el desarrollo eficaz del trabajo.

Para llevar un buen desarrollo de la aplicación es necesario tener la suficiente comunicación con el cliente para que cada módulo a desarrollar este con la satisfacción del cliente para a términos de concluir con el proyecto no se deba realizar cambios exagerados del desarrollo del trabajo.

Se recomienda socializar este trabajo con agricultores, ya que ellos son los que aprovechan esta tecnología para detectar la roya de café robusta y puedan indicar mejoras en nuevos prototipos que se desarrollen a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, C. (2021). *MODELO DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE AFECTACIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA*. Calceta, Ecuador.
<https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1575>
- Avelino, J., Treminio, E., Casanoves, F., Vilvhez, S., Cárdenas, J., y Lizardo, C. (septiembre de 2019). *Guía para la vigilancia de la roya del café (Hemileia vastatrix)*.
<https://agritrop.cirad.fr/595182/1/Gu%C3%ADa%20vigilancia%20-%20VF.pdf>
- Beck, K. (2005). *Extreme Programming Explained* (Segunda ed.). Estados Unidos: Addison-Wesley.
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=G8EL4H4vf7UC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Beck,+K.+\(2005\).+Extreme+Programming+Explained&ots=jbxlstkUzm&sig=NkaCfRTs_aqGbXMjHNsbQiYufl#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=G8EL4H4vf7UC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Beck,+K.+(2005).+Extreme+Programming+Explained&ots=jbxlstkUzm&sig=NkaCfRTs_aqGbXMjHNsbQiYufl#v=onepage&q&f=false)
- Bustamante, M., y García, M. (2021). Implementación de modelos machine learning aplicados al estudio de enfermedades del theobroma cacao para huertas agroecológicas del cantón la maná, provincia de Cotopaxi. *Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, La Maná, Ecuador.
- Cusme, K., y Loor, A. (2019). Aplicación móvil de detección y clasificación de "La Roya" en las hojas de café robusta mediante aprendizaje automático.
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1104>
- Edraw. (2022). Diferentes diagramas UML – Propósito y uso. Wondershare:
https://www.edrawsoft.com/es/uml-introduction.html?gclid=Cj0KCQjw8O-VBhCpARIsACMvVLNf48burVvU4oxNm2LLg9v1ZG03rGs4zzuAWwtclZUnH1ri0axp5ioaArdnEALw_wcB
- ESPAM MFL. (2020). *COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN*.
<http://www.espam.edu.ec/web/unidades/investigacion.aspx>

- Fermín, T., Juárez, E., Pérez, M., y León, T. (2018). *Dron pest detector in corn crops*. Revista de Ingeniería Tecnológica, 2(6), 8-13.
- Gómez, I., Pérez, E., Escamilla, E., Martínez, M., Carrión, G., y Hernández, T. (2018). *Selección in vitro de micro parásitos con potencial de control biológico sobre roya del café (Hemileia vastatrix)*. Revista mexicana de fitopatología, 36(1), 172-183.
- Julca, A., Borjas, R., Alvarado, L., Julca, N., Castro, V., & Bello, S. (2019). *Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (Hemileia vastatrix) en San Ramón, Chanchamayo, Perú*. Revista Ciencia e Investigación, 4(4), 2-7.
- Lara, D., Velandia, J., y Rocha, C. (2021). *Interpretability in the Field of Plant Disease Detection: A Review*. Revista Facultad de Ingeniería, 30(58).
- Maldonado, V., Ochoa, Y., & Cerna, E. (2021). *Adaptación de una técnica espectrofotométrica para la detección de residuos de plaguicidas en muestras de suelo y agua*. Interciencia, 46(4), 156-161.
- Nachtigall, S., Araujo, R., y Nachtigall, G. (2017). *Use of Images of Leaves and Fruits of Apple Trees for Automatic Identification of Symptoms of Diseases and Nutritional Disorders*. International Journal of Monitoring and Surveillance Technologies Research (IJMSTR), 5(2), 1-14.
- Pardo, J., y Saavedra, D. (2020). *Aplicación de las técnicas de aprendizaje automático para la detección temprana de antracnosis en hojas de guanábana*.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/51486/23088.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=1>
- Pascual, I., Ramírez, J., y Ortiz, A. (2016). *Métodos de inteligencia artificial para la predicción del rendimiento y calidad de gramíneas*. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 17(12), 1-9.
- Ponte, D., Espinosa, A., Gibeaux, S., y González, C. (2021). *Estado actual del aprendizaje automatizado aplicado al internet de las cosas para automatizar procesos agrícolas*. Plus Economía, 9(2), 4-11.

- Posada, M. (2019). *EAFIT. Eafitenses aprovechan la inteligencia artificial para diagnosticar la roya del cafeto*.
<https://www.eafit.edu.co/noticias/agenciadenoticias/2019/eafitenses-aprovechan-inteligencia-artificial-para-diagnosticar-roya-cafe>
- Quijije, J. (2021). *Evaluación agronómica de 7 genotipos de café arábica (Coffea arabica)*. Trabajo de titulación previa la obtención del título de ingeniero agropecuario. Universidad estatal del sur de Manabí, Jipijapa, EC.
- Quintero, L., Ríos, L., Quintana, D., y León, B. (2018). *Sistema Experto para el diagnóstico presuntivo de enfermedades fúngicas en los cultivos*. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 13(1), 61-75.
- Roldán, B., Roshan, R., y Sánchez, E. (2019). Detección de enfermedades en el sector agrícola utilizando Inteligencia Artificial. *Research in Computing Science*, 148(7), 419-427.
- Sintya, M., Maria, G., & Neldin, P. (2018). *Metodología ágil de desarrollo de software programación extrema*.
<https://repositorio.unan.edu.ni/1365/1/62161.pdf>
- Talhinhas, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A. S., Loureiro, A., Tavares, S., . . . Do Céu, M. (2017). The coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix*: one and a halfcenturies around the tropics. *Molecular plant pathology*, 18(8), 1039-1051.
- Tovar, J., Solórzano, J., Badillo, A., y Rodríguez, G. (2019). *Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual*. Lampsakos (22), 86-105.
- Ulloa, D. (2014). *Estudio de metodologías para estandarizar el desarrollo de software en el departamento de informática en la pastoral social caritas de la diócesis de Ambato*. Ambato.
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8524/1/Tesis_t937si.pdf
- Valladares, C. (2019). *Impacto de la roya del café (Hemileia vastatrix) en las exportaciones de café de El Salvador*. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en

Administración de Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana,
Zamorano, HON.

ANEXOS

Anexo 1. Historias de usuario

HISTORIAS DE USUARIOS	
Número	Nombre
01	Registro de usuarios
02	Ingreso al sistema
03	Procesamiento
04	Integración de los modelos de IA
05	Administrador
06	Respaldo de información
07	Reportes

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 1	Usuario: Usuario
Nombre Historia: Registro de usuarios	
Prioridad en Negocio (Alta, Media, Baja): Media	Riesgo en desarrollo (Alta, Media, Baja): Baja
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Jefferson Cepeda	
Descripción: Los usuarios deberán ingresar los datos que se soliciten, para crear su usuario y contraseña que le servirán de credenciales para acceso a la aplicación.	
Observaciones: No olvidar que se debe validar el correo que hayan ingresado.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 2	Usuario: Usuario, Administrador
Nombre Historia: Ingreso al sistema	
Prioridad en Negocio (Alta, Media, Baja): Media	Riesgo en desarrollo (Alta, Media, Baja): Baja
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Jefferson Cepeda	
Descripción: Los usuarios generalmente van a ser las personas que hayan realizado el registro, sin embargo, hay un usuario principal que hará parte de administrador.	
Observaciones: Solo los usuarios que estén registrados en el sistema, podrán tener acceso.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 3	Usuario: Usuario
Nombre Historia: Procesamiento	
Prioridad en Negocio (Alta, Media, Baja): Alta	Riesgo en desarrollo (Alta, Media, Baja): Alta
Puntos estimados: 3	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Jorge Murillo	
Descripción: La parte del procesamiento se refiere a que se debe solicitar la información necesaria para que los dos modelos puedan funcionar.	
Observaciones: Se debe recomendar y en cierta medida validar la entrada de los datos.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 4	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Integración de los modelos de IA	
Prioridad en Negocio (Alta, Media, Baja): Alta	Riesgo en desarrollo (Alta, Media, Baja): Alta
Puntos estimados: 2	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Jorge Murillo	
Descripción: La información ingresada en el apartado de procesamiento, debe ser utilizada por los modelos de inteligencia computacional y con ello mostrar los resultados de todo el proceso realizado.	
Observaciones: Los dos modelos tendrán entradas diferentes, pero habrá como salida una integración de ambos, dando lugar a un solo resultado.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 5	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Administrador	
Prioridad en Negocio (Alta, Media, Baja): Media	Riesgo en desarrollo (Alta, Media, Baja): Baja
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Jefferson Cepeda	
Descripción: La aplicación tendrá definido por defecto un usuario administrador, el cual tendrá acceso a todas las funcionalidades del sistema. Así mismo podrá realizar operaciones de registro, edición y eliminación de usuarios.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 6	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Respaldo de información	
Prioridad en Negocio (Alta, Media, Baja): Media	Riesgo en desarrollo (Alta, Media, Baja): Media
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Jorge Murillo	
Descripción: Los resultados generados por el procesamiento de la información ingresada será guardada en una base de datos, para futuras investigaciones y para realizar reportes.	
Observaciones: Esta información se debe guardar de manera automática.	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 7	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Reportes	
Prioridad en Negocio (Alta, Media, Baja): Alta	Riesgo en desarrollo (Alta, Media, Baja): Media
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Jorge Murillo	
Descripción: Con la información de los resultados respaldada en la base de datos, el administrador podrá visualizar estadísticas para fines investigativos.	
Observaciones: Esta funcionalidad será netamente del administrador.	

TAREAS DE INGENIERÍA		
N.º de tarea	N.º de historias	Nombre de la Tarea
01	01	Crear la base de datos del registro de usuarios
02	01	Desarrollo de la interfaz de registro de usuarios
03	01	Validación y guardado de datos de usuarios
04	01	Recuperación de contraseña
05	02	Desarrollo de la interfaz de ingreso al sistema
06	02	Desarrollo de la interfaz principal del sistema
07	02	Tutorial de ingreso por primera vez
08	02	Desarrollo de la interfaz de ayuda
09	03	Desarrollo de la interfaz de procesamiento
10	04	Integración de los modelos de IA
11	04	Desarrollo de la interfaz de resultados
12	05	Desarrollo de la interfaz de administrador
13	05	Desarrollo de la interfaz de gestión de usuarios
14	06	Crear la base de datos para el respaldo de información
15	07	Desarrollo de la interfaz de reportes administrador
16	07	Desarrollo de la interfaz de reportes usuarios

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 01	N.º de historia de usuario: 01
Nombre de la tarea: Crear la base de datos del registro de usuarios	
Descripción: se necesita una base datos para los usuarios que vayan a registrarse, donde se guardarán los nombres, apellidos, número de celular, correo, usuario, contraseña, ubicación (por país y ciudad).	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 02	N.º de historia de usuario: 01
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de registro de usuarios	
Descripción: se necesita una interfaz donde se puedan ingresar los datos de los usuarios.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 03	N.º de historia de usuario: 01
Nombre de la tarea: Validación y guardado de datos de usuarios	
Descripción: se necesita que los datos sean validados al momento de ingresar antes de ser guardados en la base de datos, ya sea que no existan datos repetidos y en caso del correo realizar una validación de que sea propia del usuario.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 04	N.º de historia de usuario: 01
Nombre de la tarea: Recuperación de contraseña	
Descripción: se necesita que en caso de que el usuario por razones desconocidas, olvide su contraseña, se implemente una función que mediante el envío por correo se pueda recuperar la cuenta, ingresando una nueva contraseña.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 05	N.º de historia de usuario: 02
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de ingreso al sistema	
Descripción: se necesita el desarrollo de una interfaz donde se solicite el usuario y la contraseña para ingresar a la aplicación.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 06	N.º de historia de usuario: 02
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz principal del sistema	
Descripción: se necesita que se desarrolle una interfaz de inicio, donde se despliegue un menú con todas las opciones, además que presente un ambiente adecuado a la temática del objetivo de la aplicación.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 07	N.º de historia de usuario: 02
Nombre de la tarea: Tutorial de ingreso por primera vez	
Descripción: se necesita que se desarrolle un pequeño tutorial que se le va a mostrar al usuario la primera vez que ingrese al sistema, dándole a conocer todas las funcionalidades que posee la aplicación.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 08	N.º de historia de usuario: 02
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de ayuda	
Descripción: se necesita que se desarrolle una interfaz en la cual se le indique al usuario la manera correcta de usar el procesamiento de la información para realizar la detección de la roya, así como también indicar que significan los campos requeridos para que el usuario entienda como utilizar la app.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 09	N.º de historia de usuario: 03
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de procesamiento	
Descripción: se necesita que se ingrese la imagen para ser procesada (ya sea que se tome o se cargue uno de la galería de fotos), además incluir las características fenotípicas solicitadas en uno de los modelos a utilizar.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 10	N.º de historia de usuario: 04
Nombre de la tarea: Integración de los modelos de IA	
Descripción: se necesita una integración de los dos modelos de inteligencia computacional propuestos en los dos trabajos de titulación anteriores, para ellos deben realizar un análisis debido a que ambos modelos presentan características diferentes, como se detalla en la tarea anterior.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 11	N.º de historia de usuario: 04
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de resultados	
Descripción: se necesita que se muestren las estadísticas del grado de afectación de la roya en el caso de poseerla, y estadísticas en caso de planta sana.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 12	N.º de historia de usuario: 05
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de administrador	
Descripción: se necesita que exista un perfil de administrador para que pueda modificar a los usuarios o eliminarlos en caso de que se lo requiera.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 13	N.º de historia de usuario: 05
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de gestión de usuarios	
Descripción: se necesita que se pueda realizar una gestión de usuarios por parte del usuario administrador.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 14	N.º de historia de usuario: 06
Nombre de la tarea: Crear la base de datos para el respaldo de información	
Descripción: se necesita crear una base de datos para guardar información importante para futuras investigaciones, dicha información se recopilará al momento de aplicar los modelos sobre la imagen ingresada, receptando los siguientes datos: datos del usuario, fecha en la que se realizó el procedimiento, imagen ingresada y los resultados obtenidos (estado y grado de afectación).	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 15	N.º de historia de usuario: 07
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de reportes administrador	
Descripción: se necesita que se realice un reporte de las estadísticas guardadas en el respaldo de información, esta interfaz va a ser netamente del administrador y será utilizada para fines de investigación.	

TAREA DE INGENIERÍA	
N.º tarea: 16	N.º de historia de usuario: 07
Nombre de la tarea: Desarrollo de la interfaz de reportes usuarios	
Descripción: se necesita que se realice un reporte de las estadísticas propias del usuario, donde pueda revisar todo su proceso en la aplicación.	

Anexo 2: Release plan

Iteración 1	
Semana del 14 junio - 20 de junio	
Martes 14	Tutorías
Martes 14 - jueves 16	Desarrollo de registros de usuarios
Viernes 17	Entrega y retroalimentación con el usuario
Iteración 2	
Semana del 21 junio - 27 de junio	
Martes 21	Tutorías
Martes 21 - jueves 23	Desarrollo de ingreso al sistema
Viernes 24	Entrega y retroalimentación con el usuario
Iteración 3	
Semana del 28 de junio - 18 de Julio	
Martes 28	Tutorías
Martes 28 - jueves 30	Desarrollo del procesamiento
Viernes 01	Entrega y retroalimentación con el usuario
Iteración 4	
Semana del 19 julio -25 de Julio	
Martes 19	Tutorías
Martes 19 - jueves 21	Desarrollo de Integración de los modelos de IA
Viernes 22	Entrega y retroalimentación con el usuario
Iteración 5	
Semana del 26 de julio - 8 de agosto	
Martes 26	Tutorías
Martes 26 - jueves 28	Desarrollo de administrador
Viernes 29	Entrega y retroalimentación con el usuario
Iteración 6	
Semana del 9 agosto - 15 de agosto	
Martes 9	Tutorías
Martes 9 - jueves 11	Desarrollo de respaldo de la información
Viernes 12	Entrega y retroalimentación con el usuario
Iteración 7	
Semana del 16 agosto - 22 de agosto	
Martes 16	Tutorías
Martes 16 - jueves 18	Desarrollo de reportes
Viernes 19	Entrega y retroalimentación con el usuario

Anexo 3: Análisis de los modelos computacionales

Para corroborar esta información se procedió a realizar un análisis del modelo. En primer lugar, se cargan los datos a utilizar (ilustración 1), para ello se hace uso de la librería de Python denominada pandas, que en este caso es usada para leer los datos en el formato CSV (Valores separados por comas).

```
import pandas as pd
```

```
blanced_data = pd.read_csv('balanced_data_custom.csv')
```

Ilustración 1: dataset de características fenotípicas

A continuación, se muestra el conjunto de datos cargados (ilustración 2), donde existen 8 campos de acuerdo a cada una de las características dadas por el autor y 776 registros de cada uno.

```
print(blanced_data)
```

	Altura_planta	Numero_ramas	Nivel_produccion	Plagas	Nivel_plagas
0	108.0	18.0	0.0	1.0	1.0
1	128.0	23.0	0.0	1.0	2.0
2	130.0	26.0	0.0	1.0	2.0
3	163.0	31.0	2.0	1.0	3.0
4	120.0	26.0	2.0	1.0	2.0
..
771	128.0	22.0	2.0	1.0	2.0
772	165.0	33.0	3.0	1.0	2.0
773	112.0	30.0	2.0	1.0	2.0
774	113.0	30.0	3.0	1.0	2.0
775	157.0	30.0	2.0	1.0	2.0

	Nivel_roya	Nivel_otras_enfermedades	Produccion_gramos
0	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0
..
771	3.0	0.0	434.0
772	3.0	0.0	622.0
773	3.0	0.0	804.0
774	3.0	0.0	877.0
775	3.0	1.0	296.0

[776 rows x 8 columns]

Ilustración 2: datos cargados

En segundo lugar, se separó la variable dependiente ('Nivel_roya') de todo el conjunto de las otras variables (ilustración 3), para utilizarlo en el modelo.


```
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

```
x = blanced_data.drop('Nivel_roya', axis=1)
```

```
y = blanced_data['Nivel_roya']
```

Ilustración 3: Separar las variables

Siendo x , todas las variables independientes (ilustración 4), que son las que el modelo va a solicitar para su ejecución y la y para realizar la comprobación de si el modelo funciona o no (ilustración 5).

```
print(x)
```

\	Altura_planta	Numero_ramas	Nivel_produccion	Plagas	Nivel_plagas
0	108.0	18.0	0.0	1.0	1.0
1	128.0	23.0	0.0	1.0	2.0
2	130.0	26.0	0.0	1.0	2.0
3	163.0	31.0	2.0	1.0	3.0
4	120.0	26.0	2.0	1.0	2.0
..
771	128.0	22.0	2.0	1.0	2.0
772	165.0	33.0	3.0	1.0	2.0
773	112.0	30.0	2.0	1.0	2.0
774	113.0	30.0	3.0	1.0	2.0
775	157.0	30.0	2.0	1.0	2.0

```
print(y)
```

0	0.0
1	0.0
2	0.0
3	0.0
4	0.0
...	...
771	3.0
772	3.0
773	3.0
774	3.0
775	3.0

Name: Nivel_roya, Length: 776, dtype: float64

Ilustración 4: variable dependiente

\	Nivel_otras_enfermedades	Produccion_gramos
0	0.0	0.0
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
..
771	0.0	434.0
772	0.0	622.0
773	0.0	804.0
774	0.0	877.0
775	1.0	296.0

```
[776 rows x 7 columns]
```

Ilustración 5: variables independientes

En tercer lugar, se separaron los datos para entrenamiento y para test (ilustración 6), en dos subconjuntos donde el 80% corresponde para el primero y el 20% para el segundo, para ello se utilizó la siguiente función:

```
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, train_size=0.8, random_state=0)
```

Ilustración 6: separación de datos

Antes de utilizar el modelo se realiza una optimización de hiper parámetros (ilustración 7), utilizando para ello la función GridSearchCV la cual permite

evaluar y seleccionar de forma sistemática los parámetros de un modelo y con ello obtener la mejor configuración para un modelo optimizado. Donde se definen los posibles valores de parámetros en un diccionario que luego va a ser usado en conjunto con el modelo.

```
from sklearn.svm import SVC
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
```

```
param_grid = {
    'C': [0.001, 0.1, 1, 10, 25, 50, 100, 1000],
    'gamma': [1, 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001],
    'kernel': ['rbf', 'sigmoid'],
}
```

Ilustración 7: hiperparámetros

Teniendo todos los parámetros listos se hace uso de la funcionalidad fit que permite realizar el entrenamiento de un modelo (ilustración 8), en este caso el SVC en conjunto a sus parámetros a evaluar.

```
grid = GridSearchCV(SVC(), param_grid, refit=True, verbose=2)
grid.fit(x_train, y_train)
```

Ilustración 8: entrenamiento del modelo

Una vez entrenado el modelo y obtenida la mejor configuración, el siguiente paso es probarlo y para ello se hace uso de los datos de test que corresponden al 20% que fueron separados del conjunto inicial. Para ello se hace uso de un reporte de clasificación (ilustración 9), el cual permite visualizar el comportamiento del modelo al utilizar el testeo.

```
from sklearn.metrics import classification_report
```

```
grid_predictions = grid.predict(x_test)
print(classification_report(y_test, grid_predictions))
```

	precision	recall	f1-score	support
0.0	0.97	0.83	0.89	35
1.0	0.74	0.68	0.70	37
2.0	0.79	0.75	0.77	40
3.0	0.74	0.91	0.82	44
accuracy			0.79	156
macro avg	0.81	0.79	0.80	156
weighted avg	0.80	0.79	0.79	156

Ilustración 9: reporte de clasificación

Con una precisión (accuracy) del 79% de aciertos, siendo un porcentaje relativamente bueno al momento de utilizar este modelo de inteligencia computacional para predecir la roya en café robusta.

MODELO CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS (CNN)

Los autores crearon un dataset con imágenes correspondientes a dos tipos: plantas infectadas con roya y plantas sanas. Divididos en dos grupos, correspondientes para entrenamiento y para testeo, donde los resultados encontrados en la investigación de (Cusme y Loor, 2019), indican que, de las 5 versiones del modelo evaluado, la versión entrenada con el conjunto de datos Custom 300 obtuvo un 80% de precisión sobre el subconjunto de prueba, y un 74% de precisión (en promedio) durante la fase de validación, siendo esta la versión del modelo con el más alto rendimiento encontrado.

En este modelo el autor creo un dataset con imágenes correspondientes a dos tipos: plantas infectadas con roya y plantas sanas. Divididos en dos grupos, correspondientes para entrenamiento y para testeo (ilustración 10).

```
data_entrenamiento = 'train'
data_validacion = 'test'
```

Ilustración 10: datos

Así mismo, declararon variables iniciales que van a ser utilizadas para la implementación del modelo (ilustración 11).

```

"""
Parameters
"""
epocas=200
longitud, altura = 150, 150
batch_size = 32
pasos = 30
validation_steps = 15
filtrosConv1 = 32
filtrosConv2 = 64
tamano_filtro1 = (3, 3)
tamano_filtro2 = (2, 2)
tamano_pool = (2, 2)
clases = 2
lr = 0.001

```

Ilustración 11: parámetros iniciales

Al preparar las imágenes para ser utilizadas, se puede observar que existen 1092 para la parte de entrenamiento, separadas en dos clases, así mismo 468 imágenes para la validación separadas en las mismas dos clases (ilustración 12). Correspondientes a sanas (Sin presencia de roya) e infectadas (con presencia de roya).

```

##Preparamos nuestras imagenes

entrenamiento_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale=1. / 255,
    shear_range=0.2,
    zoom_range=0.2,
    horizontal_flip=True)

test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1. / 255)

entrenamiento_generador = entrenamiento_datagen.flow_from_directory(
    data_entrenamiento,
    target_size=(altura, longitud),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical')

validacion_generador = test_datagen.flow_from_directory(
    data_validacion,
    target_size=(altura, longitud),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical')

Found 1092 images belonging to 2 classes.
Found 468 images belonging to 2 classes.

```

Ilustración 12: preparación de datos

La Red Neuronal Convolutiva es una secuencial, con la siguiente estructura (ilustración 13):

```

Model: "sequential_4"
Layer (type)                Output Shape                Param #
=====
conv2d_14 (Conv2D)          (None, 250, 250, 32)       896
max_pooling2d_14 (MaxPooling (None, 125, 125, 32)       0
conv2d_15 (Conv2D)          (None, 125, 125, 64)       8256
max_pooling2d_15 (MaxPooling (None, 62, 62, 64)       0
conv2d_16 (Conv2D)          (None, 62, 62, 64)         16448
max_pooling2d_16 (MaxPooling (None, 31, 31, 64)       0
flatten_4 (Flatten)         (None, 61504)              0
dense_16 (Dense)            (None, 256)                 15745280
dense_17 (Dense)            (None, 128)                 32896
dense_18 (Dense)            (None, 64)                  8256
batch_normalization_12 (Batc (None, 64)                  256
dense_19 (Dense)            (None, 2)                   130
=====
Total params: 15,812,418
Trainable params: 15,812,290
Non-trainable params: 128

```

Ilustración 13: estructura de la CNN

Al momento de entrenar la red neuronal se usó una función que guarde los mejores resultados en el caso de validación y que esos pesos sean los que se guarden y que valide en caso de que la precisión no mejore, para cortar el entrenamiento evitando hacer un proceso que no va a seguir mejorando. En este caso se utilizaron 200 épocas, llegando sólo hasta la 127 de acuerdo a lo ya mencionado, con una precisión del conjunto de entrenamiento de 0.9539 (95%) y un valor de precisión de 0.8251 (83%) al momento de aplicar el modelo entrenado para la validación. Se puede observar que como transcurren las épocas el modelo fue mejorando (ilustración 14), de manera muy significativa para el conjunto de entrenamiento y de una manera más equilibrada en el conjunto de validación.

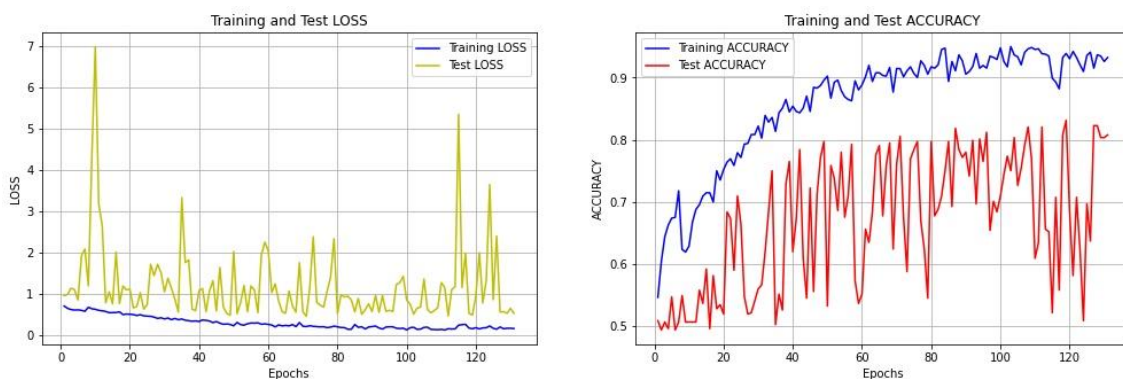


Ilustración 14: gráficas de entrenamiento vs testeo

Fuente: Los autores

El modelo entrenado se guarda en formato .h5 para luego ser consumido. A continuación, se muestra una pequeña interfaz gráfica que permite seleccionar una imagen y analizando esa imagen detectar si la planta se encuentra infectada de roya o se encuentra sana, siendo esta las dos salidas que tiene el modelo de CNN (ilustración 16).

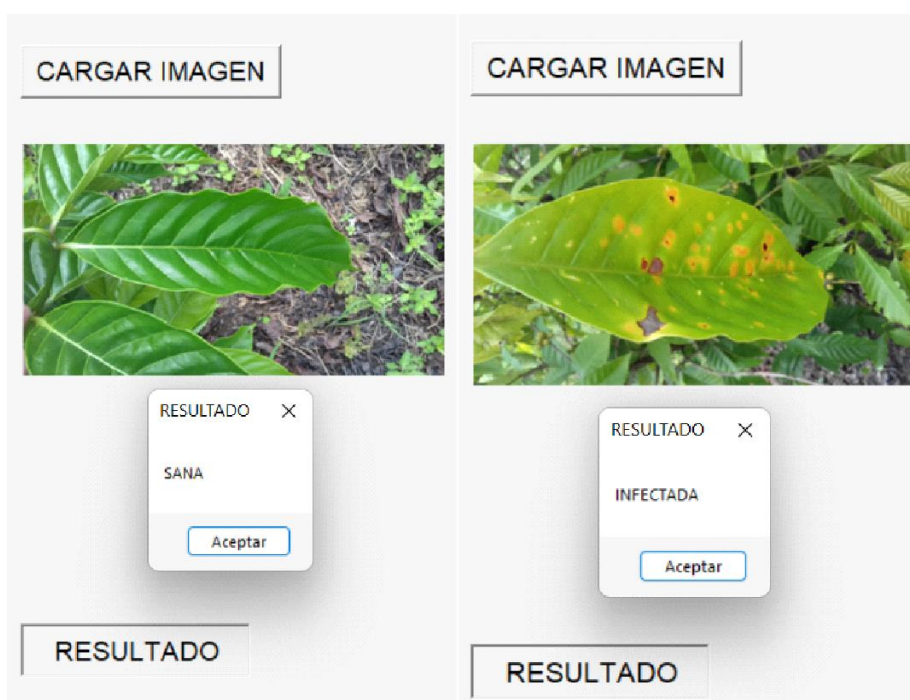


Ilustración 16: prueba del modelo

Fuente: Cusme y Loor, 2022

Anexo 4. Especificación de requerimientos de software



UNIDAD DE DESARROLLO COMPUTACIONAL

FORMATO PARA LA ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

OBJETIVO

Documentar las especificaciones y los procesos definidos que debe cumplir el software para que estos requerimientos se puedan validar y verificar de manera objetiva.

PROCESOS OPERATIVOS: Planificación del proyecto de software



UNIDAD DE DESARROLLO COMPUTACIONAL

Aplicación app-roya

Jefferson Erick Cepeda Galarza

Jorge Antonio Murillo Párraga

Versión 1.0

2022/05/30

Contenido

	2
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA	4
1.2. OBJETIVO	4
1.3. ALCANCE	4
1.4. PERSONAL INVOLUCRADO	5
1.5. NOTACIONES Y DEFINICIONES	5
1.5.1. NOTACIONES	5
1.5.2. DEFINICIONES	5
1.6. REFERENCIAS	6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL	6
2.1. PERSPECTIVAS DEL PRODUCTO	6
2.2. FUNCIONES DEL PRODUCTO	7
2.3. CARACTERÍSTICAS DE USUARIO	8
2.4. RESTRICCIONES	8
2.5. SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS	9
2.6. REQUISITOS FUTUROS	9
2.7. DIAGRAMAS	10
2.7.1. DIAGRAMA DE CASO DE USO	10
2.7.2. DIAGRAMA DE CLASES DEL SISTEMA	11
2.7.3. DIAGRAMA DE BASE DE DATOS DEL SISTEMA	11
3. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS	12
3.1. REQUERIMIENTOS DE INTERFACES EXTERNAS	12
3.1.1. INTERFACES DE USUARIO	12
3.1.2. INTERFACES CON EL HARDWARE	12
3.1.2.1. Tecnología mínima que debe disponer el servidor.	12
3.1.2.2. Tecnología mínima que debe disponer los clientes (HOST).	13
3.1.3. INTERFACES SOFTWARE	13
3.1.4. INTERFACES DE COMUNICACIÓN	13
3.2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	13
3.2.1. Registrar usuario.	13
3.2.2. Ingreso al sistema.	14
3.2.3. Recuperar de contraseña.	14
3.2.4. Tutorial de ingreso por primera vez al sistema.	15
3.2.5. Desarrollar interfaz de ayuda.	15
3.2.6. Procesar información.	16
3.2.7. Integrar los modelos IA.	16

3.2.8.	Desarrollar interfaz de resultados.	17
3.2.9.	Desarrollar interfaz para administrar los usuarios.	17
3.2.10.	Realizar el respaldo de información.	18
3.2.11.	Desarrollar interfaz de reportes para usuario.	18
3.2.12.	Desarrollar interfaz de reportes para administrador.	19
3.3.	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	20
3.3.1.	REQUERIMIENTOS DE RENDIMIENTO.	20
3.3.2.	ATRIBUTOS DEL SISTEMA	20
1.1.1.1.	Requerimientos de interfaz externas	20
1.1.1.2.	Disponibilidad	20
1.1.1.3.	Requerimientos de desarrollo	20
1.1.1.4.	Seguridad	20
1.1.1.5.	Mantenimiento	20
2.	FICHA DEL DOCUMENTO	21

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se describe la Especificación de Requerimientos de Software (ERS), del sistema móvil app-roya, siendo este la guía primordial para los desarrolladores en todo el proceso del desarrollo de la aplicación móvil, describiendo a detalle lo presentado en las historias de usuarios, ya en lenguaje que el programador puede entender e interpretar de una mejor manera, desarrollando una a una cada una de las funcionalidades descritas en este ERS.

Así mismo como guía para los autores del proyecto de titulación, también sirve como modelo en caso de que otro desarrollador intente simular o utilizar alguna funcionalidad, además es un documento que detalla todo lo realizado.

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA

La aplicación app-roya es un sistema móvil que servirá para la predicción de roya en café robusta y además de determinar el grado de afectación que posee una planta. El sistema móvil incluirá varios módulos con los cuales se podrán administrar su contenido mediante la utilización del modelo para la determinación de presencia o no de roya, mostrando los resultados de acorde al análisis de la información proporcionada.

1.2. OBJETIVO

Implementación de una aplicación móvil que integra modelos de inteligencia computacional para predecir la roya del café robusta.

1.3. ALCANCE

Este producto pretende mejorar de manera considerable la automatización al momento de determinar la presencia de roya en una planta, ya que al tener al alcance un dispositivo móvil facilita la manera en la que se lleva a cabo este proceso. Mediante la implementación de la app-roya, el sistema móvil permitirá la predicción de la roya y determinar el grado de afectación de acuerdo a una fotografía de la planta y ciertas características de la misma.

- **Objetivos específicos del Sistema**
 - Análisis de los modelos de inteligencia computacional.
 - Diseñar la arquitectura de software.

- Desarrollar el sistema móvil basado en la metodología XP.
- Ejecutar las pruebas de software.
- Implementar el sistema móvil.

1.4. PERSONAL INVOLUCRADO

Nombre	Jefferson Erick Cepeda Galarza
Rol	Programador
Categoría Profesional	Estudiante Universitario
Información de contacto	jefferson.cepeda@espam.edu.ec

Nombre	Jorge Antonio Murillo Párraga
Rol	Programador
Categoría Profesional	Estudiante Universitario
Información de contacto	jorge.murillo@espam.edu.ec

Nombre	Luis Cristóbal Cedeño Valarezo
Rol	Tutor
Categoría Profesional	Ingeniero
Información de contacto	lcedeno@espam.edu.ec

1.5. NOTACIONES Y DEFINICIONES

1.5.1. NOTACIONES

ERS: Especificación de requerimientos de software.

App-roya: aplicación móvil de predicción de roya.

1.5.2. DEFINICIONES

- **Usuarios**

Aquella persona que hace uso de un servicio.

- **Framework**

Estructura o esquema creado para desarrollar y organizar software específico.

- **Metodología xp**

Conjuntos de pasos que permiten un desarrollo en conjunto, manteniendo la simplicidad de código y la constante interacción con el cliente.

1.6. REFERENCIAS

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), 2009. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications Standard IEEE-830-1998. New York, USA.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

El siguiente ERS muestra información sobre los requisitos del sistema a desarrollar, de una manera general, sin describir de manera profunda el sistema, lo que permitirá obtener un gran entendimiento por parte del cliente y desarrollador.

Sin embargo, se detallan los Requerimientos Específicos del sistema móvil app-roya, para el diseño del sistema con cada uno de los requerimientos que presenta el cliente, en este caso el grupo de investigación SISCOM.

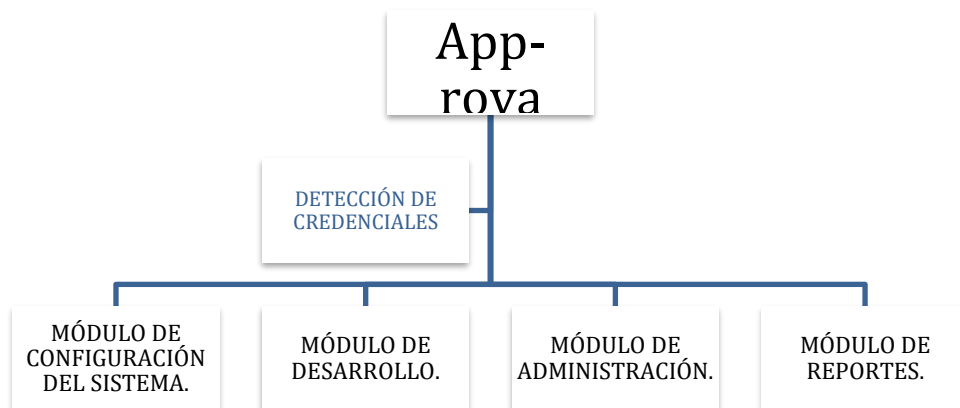
El ERS de la app-roya está dividido en tres temas generales:

- Introducción
- Descripción General
- Requerimientos Específicos.

2.1. PERSPECTIVAS DEL PRODUCTO

App-roya es una aplicación que permitirá la predicción de roya y determinar el grado de afectación, con el fin de mejorar este proceso en los cultivos de café robusta.

2.2. FUNCIONES DEL PRODUCTO



El sistema móvil tendrá la funcionalidad de que el usuario se registre, y realice el procesamiento ingresando una imagen y ciertas características, para que la aplicación realice la predicción y determine el grado de afectación de la roya en café robusta, además se podrá generar reportes para el usuario y para la administración.

DETECCIÓN DE CREDENCIALES

La aplicación móvil contará con un login el cual va a permitir el ingreso de usuarios y de la administración del sistema, siendo la parte inicial del aplicativo.

MÓDULO DE CONFIGURACIÓN DE SISTEMA

Va ligado a la parte de detección de credenciales, donde permite a los usuarios el registro, además de poder contar con la posibilidad de recuperar contraseñas en caso de que se olviden, así como también será la parte inicial del sistema móvil.

MÓDULO DE DESARROLLO

Este módulo es la parte primordial de la aplicación, va a permitir tanto al usuario como al administrador la posibilidad de poder utilizar modelos de inteligencia artificial para determinar la presencia de roya en café robusta, mediante el ingreso de información solicitada. Una vez ingresada la información el aplicativo procesará esos datos y mostrará los resultados obtenidos.

MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN

Este módulo será exclusivo para la persona que administre la aplicación con la funcionalidad especial de conocer a todos los usuarios registrados y la posibilidad de editar o eliminar alguno.

MÓDULO DE REPORTE

Este módulo va a estar enfocado en dos perspectivas, la del usuario que puede revisar todo su proceso en la aplicación y la del administrador que va a tener la posibilidad de revisar el proceso de todos los usuarios registrados.

2.3. CARACTERÍSTICAS DE USUARIO

El acceso al sistema está restringido por diferentes módulos mediante una verificación de su perfil en el sistema, este debe estar ingresado en la base de datos; los niveles de acceso se agrupan en 4 características:

TIPO DE USUARIO	ADMINISTRADOR
DESCRIPCIÓN	Tiene acceso a todos los módulos del sistema, incluido la capacidad de manipular a los usuarios.
FORMACIÓN	Conocimiento en manejo de aplicaciones móviles.
HABILIDADES	Manejo de aplicaciones móviles.
ACTIVIDADES	Realiza la administración y el seguimiento a los usuarios.

TIPO DE USUARIO	USUARIO
DESCRIPCIÓN	Tiene acceso a los módulos diseñados para él, en especial al que módulo de desarrollo, debido a que, puede utilizar la funcionalidad para determinar si una planta está infectada o no.
FORMACIÓN	Conocimientos agrícolas.
HABILIDADES	Manejo de dispositivos móviles.
ACTIVIDADES	Realiza la predicción de la roya y revisa el registro de sus interacciones con la aplicación.

2.4. RESTRICCIONES

Entre las limitaciones que se tienen en la aplicación son las siguientes:

- El sistema será desarrollado con las herramientas que se utilizan en la actualidad para el desarrollo de soluciones móvil como ionic.
- El motor de la base de datos a utilizar será MySQL.
- Para la conexión a la base de datos se utilizará Laravel.
- Para el desarrollo del backend se implementará Python.
- La metodología para el desarrollo se basará en las mejores características de las metodologías XP.

2.5. SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS

La aplicación necesita conectividad a internet, debido a que se necesita para ingresar al sistema y también para utilizar sus funcionalidades.

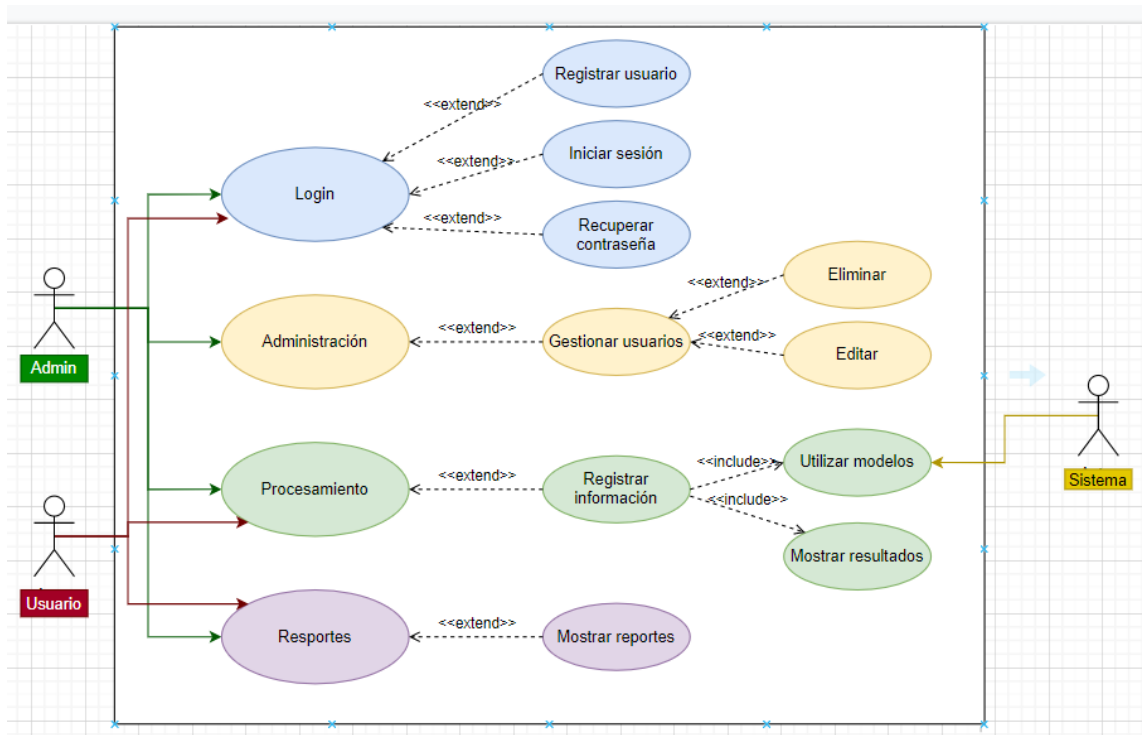
2.6. REQUISITOS FUTUROS

Los requisitos planteados pueden ser posibles mejoras, que luego de estudio y análisis pueden generar cambios en el sistema:

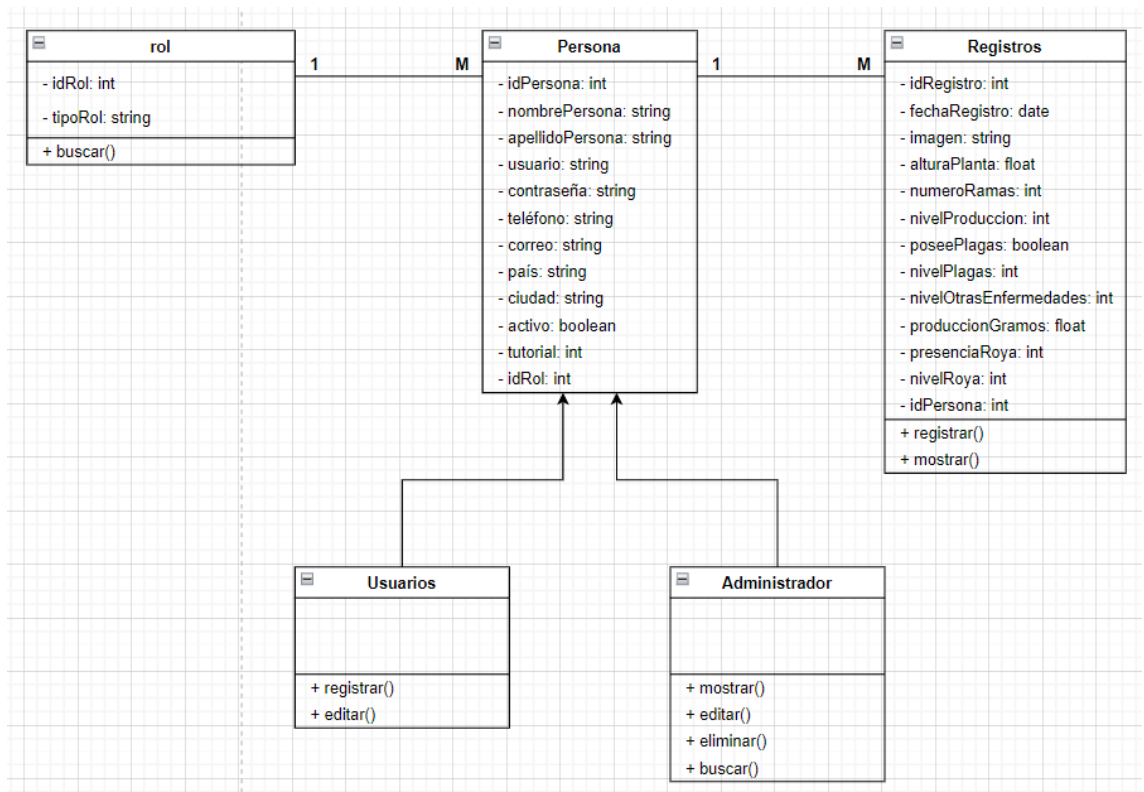
- Mejoras en la plantilla del sistema general app-roya.
- Optimización de módulos que posee el sistema.
- Inclusión de nuevos módulos acorde a las necesidades futuras.
- Mejoras en la interacción del usuario con el sistema.
- Adaptación de nuevas herramientas informáticas.
- Mejora en los modelos de inteligencia computacional.

2.7. DIAGRAMAS

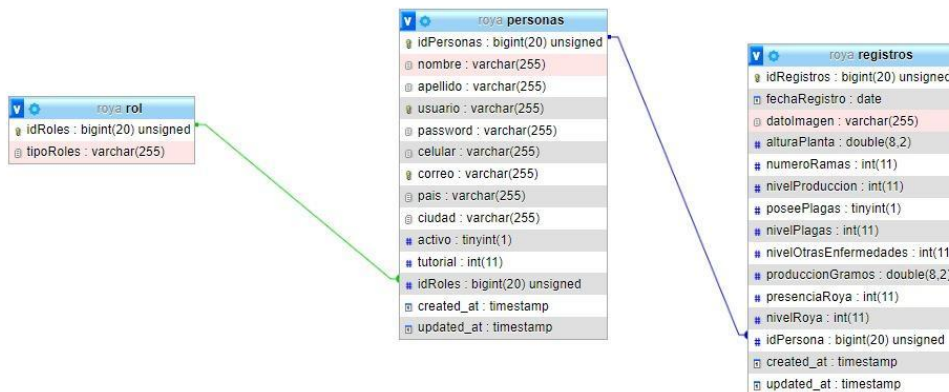
2.7.1. DIAGRAMA DE CASO DE USO



2.7.2. DIAGRAMA DE CLASES DEL SISTEMA



2.7.3. DIAGRAMA DE BASE DE DATOS DEL SISTEMA



3. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS

De acuerdo con estos requisitos, el proceso desarrollado con la metodología XP se utilizará para comprobar y utilizar como referencia para comprender el diseño que este incluye.

3.1. REQUERIMIENTOS DE INTERFACES EXTERNAS

3.1.1. INTERFACES DE USUARIO

La aplicación introducirá varios elementos para manipular el entorno móvil:

- Ingreso al sistema móvil mediante ingreso de credenciales.
- Botones para seleccionar opciones.
- Diferentes filtros mediante listas.
- Barra de búsqueda.
- La interfaz operará usando el teclado QWERTY.
- La interfaz operará mediante pantalla táctil.
- Menús desplegados.
- Mensajes informativos.
- Mensajes de error.

3.1.2. INTERFACES CON EL HARDWARE

Será necesario que la aplicación sirva tanto para Android como para iOS, estando conectados a internet para poder funcionar.

3.1.2.1. Tecnología mínima que debe disponer el servidor.

Las especificaciones mínimas que debe tener el servidor para soportar las herramientas y para que el usuario pueda ejecutar la aplicación son:

- 2 GHz como mínimo.
- 4 GB (mínimo) 6 GB (recomendado) RAM.
- 32 GB, con al menos 4 GB de espacio libre de almacenamiento.
- Conexión a internet.
- Escalabilidad.
- Elasticidad.

3.1.2.2. Tecnología mínima que debe disponer los clientes (HOST).

Las especificaciones mínimas que debe tener el dispositivo cliente de un usuario para que la aplicación funcione correctamente son:

- 2 Gb de RAM.
- 16 Gb de almacenamiento.
- 8 MP en la cámara.
- Conexión a Internet.

3.1.3. INTERFACES SOFTWARE

El sistema móvil tendrá la capacidad de que el usuario pueda acceder desde cualquier dispositivo móvil con conexión a internet.

3.1.4. INTERFACES DE COMUNICACIÓN

Los usuarios finales accederán de manera correcta a la aplicación móvil a través de una conexión a internet mediante el protocolo TCP/IP de comunicación.

3.2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

3.2.1. Registrar usuario.

Módulo de configuración del sistema

Código de requisito	RF001
Nombre de requisito	Registrar usuario.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU002
Historia de usuario	Paso 01: registro de usuario
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir el ingreso de datos como nombre, apellido, usuario, contraseña, celular, correo, país y ciudad.
PROCESO	El sistema pedirá los correspondientes datos del usuario los cuales debe llenar todos los campos, y se validará que el nombre de usuario sea único y la validación del correo por medio de un código de verificación.
ENTRADAS	Nombre, apellido, usuario, contraseña, repetir contraseña, celular, correo, código de verificación de correo, país y ciudad.

SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de notificación cuando los campos se encuentran vacíos. • Mensaje de notificación si el registro es exitoso.
RESTRICCIONES	No aplica.

3.2.2. Ingreso al sistema.

Módulo de configuración del sistema

Código de requisito	RF002
Nombre de requisito	Ingreso al sistema.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input type="radio"/> Media/Deseado <input checked="" type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU001- CU002
Historia de usuario	Paso 01: Ingreso al sistema
DESCRIPCIÓN	El usuario o administrador tendrá que ingresar el usuario y contraseña.
PROCESO	Ingreso de usuario o administrador tendrá que ingresar el usuario y contraseña y estos ser validados que estén en la base de datos para acceder.
ENTRADAS	Usuario y contraseña.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de notificación cuando los campos se encuentran vacíos. • Mensaje de error en casos de ingresar incorrectamente los datos. • Ingreso correcto.
RESTRICCIONES	Solo registros existentes en la base de datos permitirán el ingreso.

3.2.3. Recuperar de contraseña.

Módulo de configuración del sistema

Código de requisito	RF003
Nombre de requisito	Recuperar contraseña.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input type="radio"/> Media/Deseado <input checked="" type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU002
Historia de usuario	Paso 01: Registro de usuario.
DESCRIPCIÓN	El usuario tendrá que ingresar correo, y nueva contraseña.

PROCESO	Ingreso de correo y el código de validación enviado, para poder hacer válida la contraseña nueva.
ENTRADAS	Correo, código de validación y nueva contraseña.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de campos incorrectos. • Mensaje de cambio exitoso.
RESTRICCIONES	Solo correos registrados en la base de datos.

3.2.4. Tutorial de ingreso por primera vez al sistema.

Módulo de desarrollo

Código de requisito	RF004
Nombre de requisito	Tutorial de ingreso por primera vez al sistema.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input checked="" type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU002
Historia de usuario	Paso 02: ingreso al sistema.
DESCRIPCIÓN	La interfaz permitirá un demo de cómo se usa la aplicación.
PROCESO	La interfaz validará que el usuario ingrese por primera vez y le mostrará un tutorial de cómo usar la aplicación.
ENTRADAS	No aplica.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Demo
RESTRICCIONES	Solo usuario que ingresan al sistema por primera.

3.2.5. Desarrollar interfaz de ayuda.

Módulo de desarrollo

Código de requisito	RF005
Nombre de requisito	Desarrollar interfaz de ayuda.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input type="radio"/> Media/Deseado <input checked="" type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU001-CU002
Historia de usuario	Paso 02: Ingreso al sistema.

DESCRIPCIÓN	La interfaz mostrara información de cómo usar la app.
PROCESO	Una vez en el apartado la interfaz mostrara como se usa la app, y terminologías.
ENTRADAS	No aplica.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Información relevante de la app.
RESTRICCIONES	No aplica.

3.2.6. Procesar información.

Módulo de desarrollo

Código de requisito	RF006
Nombre de requisito	Procesar información.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU001-CU002
Historia de usuario	Paso 03: procesamiento.
DESCRIPCIÓN	La interfaz permitirá el ingreso de una imagen y unos campos adicionales.
PROCESO	Se ingresará una imagen ya sea tomada o desde la galería, además de características adicionales que permitirán el proceso de los algoritmos.
ENTRADAS	Imagen, altura de plantas, numero de ramas, nivel de producción, si posee plagas, nivel de plagas, nivel de otras enfermedades, producción de granos.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error por no llenar todos los campos. • Mensaje de error por haber llenado un campo de forma incorrecta • Mensaje de procesando datos
RESTRICCIONES	No aplica.

3.2.7. Integrar los modelos IA.

Módulo de desarrollo

Código de requisito	RF007
Nombre de requisito	Integrar los modelos IA.

Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU003
Historia de usuario	Paso 04: integración de los modelos IA.
DESCRIPCIÓN	Serán alojados los modelos IA para su debido consumo.
PROCESO	Se consumirá los modelos IA alojados para realizar el debido proceso.
ENTRADAS	No aplica.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.
RESTRICCIONES	No aplica.

3.2.8. Desarrollar interfaz de resultados.

Módulo de desarrollo

Código de requisito	RF008
Nombre de requisito	Desarrollar interfaz de resultados.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU001-CU002
Historia de usuario	Paso 04: Integración de los modelos de IA.
DESCRIPCIÓN	La interfaz mostrará los resultados del procesamiento.
PROCESO	A lo que el usuario o administrador presione el botón procesar se mostrara los resultados de si la planta está contaminada con roya y cuál es su grado de afectación que esta posee.
ENTRADAS	No aplica.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Resultados del procesamiento.
RESTRICCIONES	No aplica.

3.2.9. Desarrollar interfaz para administrar los usuarios.

Módulo de administración

Código de requisito	RF006
Nombre de requisito	Desarrollar interfaz para administrar usuarios.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>

Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input type="radio"/> Media/Deseado <input checked="" type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU001
Historia de usuario	Paso 05: Administrador.
DESCRIPCIÓN	El administrador podrá modificar los datos de los usuarios de ser necesario.
PROCESO	El administrador podrá modificar información de los usuarios, además de eliminarlos.
ENTRADAS	Identificador del usuario.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Mensaje de usuario eliminado
RESTRICCIONES	Solo el administrador tiene acceso a este apartado.

3.2.10. Realizar el respaldo de información.

Módulo de administración

Código de requisito	RF010
Nombre de requisito	Realizar el respaldo de información.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU002
Historia de usuario	Paso 06: Respaldo de información.
DESCRIPCIÓN	Crear base datos para el respaldo de información.
PROCESO	A lo que el usuario o administrador tenga los resultados y de continuar se guardaran los resultados en una base de datos para generar reportes.
ENTRADAS	No aplica.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.
RESTRICCIONES	No aplica.

3.2.11. Desarrollar interfaz de reportes para usuario.

Módulo de reportes

Código de requisito	RF011
Nombre de requisito	Desarrollar interfaz de reportes para usuario.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>

Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU002
Historia de usuario	Paso 07: reportes
DESCRIPCIÓN	El usuario podrá revisar los reportes que ha registrado previamente.
PROCESO	El usuario en la interfaz de reportes podrá revisar sus registros.
ENTRADAS	No aplica.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Gráficos de reportes.
RESTRICCIONES	No aplica.

3.2.12. Desarrollar interfaz de reportes para administrador.

Módulo de reportes

Código de requisito	RF012
Nombre de requisito	Desarrollar interfaz de reportes para usuario.
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/> Requisitos de proyecto <input type="radio"/>
Fuente del requisito	Roles del app-roya
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input checked="" type="radio"/>
Caso de uso asociado	CU001
Historia de usuario	Paso 07: reportes
DESCRIPCIÓN	El administrador podrá revisar los reportes que ha registrado previamente.
PROCESO	El administrador en la interfaz de reportes podrá revisar los registros de los usuarios, además de usar filtros para diferentes visualizaciones.
ENTRADAS	Seleccionar filtros.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Gráficos de reportes.
RESTRICCIONES	No aplica.

3.3. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

3.3.1. REQUERIMIENTOS DE RENDIMIENTO.

Se debe garantizar la mayor cantidad de recursos para que se mantenga en un correcto rendimiento, sin embargo, es aconsejable que los dispositivos cuenten con un mínimo de 2gb de RAM.

3.3.2. ATRIBUTOS DEL SISTEMA

1.1.1.1. Requerimientos de interfaz externas

Las Interfaces de Usuario se desarrollarán lo más entendible para el manejo.

1.1.1.2. Disponibilidad

El sistema móvil estará disponible en internet las 24 horas del día garantizando que los usuarios puedan cumplir con sus actividades en cualquier momento.

1.1.1.3. Requerimientos de desarrollo

Para el desarrollo se utilizará HTML, CSS y TypeScript. Se hará uso de ionic como framework de desarrollo, PGSQL como el motor de base de datos y XP como metodología.

1.1.1.4. Seguridad

Para poder ingresar al sistema móvil es necesario que el usuario se registre, además tendrá acceso cambio de contraseña por validación de correo previamente registrado. Toda la información personal registrada será tratada con el debido proceso, manteniendo la integridad de los datos.

1.1.1.5. Mantenimiento

El sistema móvil tendrá un manual de usuario para facilitar el manejo del sistema por parte de los administradores. La aplicación mantendrá su interfaz de usuario simple y sencilla para la manipulación.

2. FICHA DEL DOCUMENTO

Documento validado por las partes con fecha: 10/06/2022



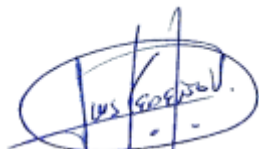
Cepeda Galarza Jefferson Erick

Autor



Murillo Párraga Jorge Murillo

Autor



Mgtr. Cedeño Valarezo Luis Cristóbal

Director del grupo SISCOM

Anexo 5: Plantilla de prueba de aceptación

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
Código: N° Único, permite identificar la prueba de aceptación.	N° Historia de Usuario: Número único que identifica a la historia de usuario.
Historia de Usuario: Nombre que indica de manera general la descripción de la historia de usuario.	
Condiciones de Ejecución: Condiciones previas que deben cumplirse para realizar la prueba de aceptación.	
Entrada/Pasos de Ejecución: Pasos que siguen los usuarios para probar la funcionalidad de la historia de usuario.	
Resultado Esperado: Respuesta del sistema que el cliente espera, después de haber ejecutado una funcionalidad	
Evaluación de la Prueba: Nivel de satisfacción del cliente sobre la respuesta del sistema. Los niveles son: Aprobada y No Aprobada.	


Anexo 6: Pruebas de aceptación.

Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-001	Historia de usuario (nro. Nombre) 001- Registro de usuarios.
Nombre PA: Interfaz de usuarios.	
Descripción: En la interfaz de registro de usuarios se procede a llenar los campos de registro que son: nombre de usuario, nombres, apellidos, contraseña, repetir contraseña, celular, correo electrónico, país, y ciudad. Los cuales se almacenan en una base de datos.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • El nombre de usuario no debe ser repetido (estar en la base datos). • La contraseña y la repetir contraseña deben coincidir. • El número de celular debe tener el formato 09xxxxxxxx (donde x puede ser cualquier dígito entre el 0 – 9). • El correo debe tener un formato correcto. • Llenar todos los campos. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar los campos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Usuario • Nombres • Apellidos • Contraseña • Repetir contraseña • Celular • Correo • País • Ciudad 2. Proceder a seleccionar el botón registrarse. 	
Resultado esperado: Mensaje de registro satisfactorio	
Evaluación de la prueba:	
Aprobada: <input checked="" type="checkbox"/>	Denegada: <input type="checkbox"/>
Comentarios y/o sugerencias:	

Firma de aceptación

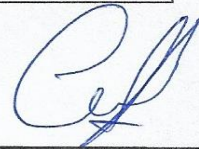
JHG. willian chilo

Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-002	Historia de usuario (nro. Nombre) 002- Ingreso al sistema
Nombre PA: Interfaz de logueo y recuperar contraseña.	
Descripción: En la interfaz de ingreso al sistema o logueo se debe ingresar el nombre de usuario y la respectiva contraseña ya registrada. En caso de no recordar la contraseña puede hacer uso de la opción de recuperar contraseña.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • El nombre de usuario y contraseña deben ser las correctas para poder acceder al sistema. • Es necesario el ingreso correcto del correo y el celular ya registrados, para poder cambiar la contraseña. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso al sistema <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Ingresar nombre de usuario y contraseña. 1.2. Proceder a seleccionar el botón de ingresar. 2. Recuperar contraseña <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Ingresar nombre de usuario. 2.2. Presionar el botón de buscar usuario. 2.3. Ingresar correo y número celular ya registrados. 2.4. Presionar el botón de validar datos. 2.5. Ingresar contraseña y repetir contraseña. 2.6. Presionar el botón cambiar contraseña. 	
Resultado esperado: Mensaje de bienvenida. Mensaje de cambio de contraseña exitoso.	
Evaluación de la prueba: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> Aprobada: <input checked="" type="checkbox"/> </div> <div style="text-align: center;"> Denegada: <input type="checkbox"/> </div> </div>	
Comentarios y/o sugerencias:	



 Firma de aceptación

Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-003	Historia de usuario (nro. Nombre) 003- Procesamiento. 004- Integración de modelos de IA 006- Respaldo de información
Nombre PA: Interfaz de procesamiento y resultado.	
Descripción: El usuario en la interfaz de procesamiento debe ingresar los campos correspondientes para ejecutar los algoritmos y que devuelvan el resultado.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • Llenar todos los campos correctamente, con los valores solicitados, en el formato correspondiente. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú seleccionar procesar datos. 2. Llenar los campos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de una fotografía (tomada desde cámara en ese momento o cargada de galería). • Llenar el campo de altura de la plantá. • Llenar el campo de número de ramas. • Seleccionar el nivel de producción. • Seleccionar si/no hay presencia de plagas. • Seleccionar el nivel de plagas. • Seleccionar el nivel de otras enfermedades. • Llenar el campo de producción en gramos. 3. Proceder a seleccionar el botón procesar datos. 4. Observar el resultado. 5. Presionar el botón guardar. 	
Resultado esperado: Mensaje de clasificación/predicción. Mensaje de guardado de datos.	
Evaluación de la prueba: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Aprobada: <input type="checkbox"/> </div> <div style="text-align: center;"> Denegada: <input type="checkbox"/> </div> </div>	
Comentarios y/o sugerencias: - mejorar usabilidad en escala → Resultado con Datos	



Firma de aceptación

Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-004	Historia de usuario (nro. Nombre) 005- Administrador.
Nombre PA: Interfaz de administrador.	
Descripción: En la interfaz de administrador el usuario principal (administrador) tendrá la opción de revisar los usuarios registrados, así como la posibilidad de editar o eliminar algún usuario temporalmente.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • Sólo se puede acceder con una cuenta de origen, tipo administrador. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú seleccionar administrar usuarios. 2. Revisar los usuarios. 3. Buscar por usuario en (opcional). <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar el nombre de usuario en la barra de búsqueda. 4. Deshabilitar o habilitar (opcional). <ul style="list-style-type: none"> • Presionar el ícono de habilitado/deshabilitado. • Seleccionar deshabilitar/habilitar. 5. Editar usuario (opcional). <ul style="list-style-type: none"> • Presionar el ícono de editar. • Modificar la información deseada. • Seleccionar el botón editar. 	
Resultado esperado: Búsqueda de usuario. Mensaje de usuario deshabilitado. Mensaje de usuario habilitado. Mensaje de usuario modificado.	
Evaluación de la prueba: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Aprobada: <input checked="" type="checkbox"/> </div> <div style="text-align: center;"> Denegada: <input type="checkbox"/> </div> </div>	
Comentarios y/o sugerencias:	



Firma de aceptación

Caso de prueba de aceptación (PA)	
Código: PA-005	Historia de usuario (nro. Nombre) 007- Reportes.
Nombre PA: Interfaz de reportes.	
Descripción: La interfaz de reportes va a ser diferente para el usuario principal (administrador) con respecto a la interfaz de reportes para un usuario normal.	
Condiciones de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> • Esta interfaz solo muestra información histórica de usuarios. 	
Entrada / Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú presionar reportes administrador/usuario según corresponda. 2. En caso de ser administrador podrá revisar la información de cada uno de los usuarios normales. <ul style="list-style-type: none"> • Presionar la flecha donde dice usuarios. • Seleccionar el usuario. • Presionar filtrar. 3. En caso de ser usuario normal solo podrá revisar su información. 	
Resultado esperado: Gráficas de barras con el nivel de afectación de roya. Gráfica de pastel donde indique la cantidad de presencia o no de roya.	
Evaluación de la prueba: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Aprobada: <input checked="" type="checkbox"/> </div> <div style="text-align: center;"> Denegada: <input type="checkbox"/> </div> </div>	
Comentarios y/o sugerencias:	



Firma de aceptación