



Implementación de modelo machine learning aplicado al estudio de enfermedades de café en el centro de investigación sachá wiwa

Implementation of a machine learning model applied to the study of coffee diseases at the Sachá Wiwa Research Center

Implementação de um modelo de aprendizado de máquina aplicado ao estudo de doenças do café no Sachá Wiwa Research Center

Geovanny Euclides Silva-Peñañiel^I
geovanny.silva1764@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1069-4574>

Betty Mariela Llanos-Bonilla^{II}
llanosbetty1@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7806-2701>

Alba Marisol Cordova-Vaca^{III}
alba.cordova@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9134-0750>

Wilmer Clemente Cunuhay-Cuchiye^{IV}
wilmer.cunuhay@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3927-5146>

Correspondencia: geovanny.silva1764@utc.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 13 de octubre de 2022 * **Aceptado:** 28 de noviembre de 2022 * **Publicado:** 12 de diciembre de 2022

- I. Magíster en Gerencia Informática, Docente de la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Sistemas de Información, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Mana, Ecuador.
- II. Magíster en Ciencias de la Educación Ingeniero en Sistemas Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, Ambato, Ecuador.
- III. Ingeniera en Informática y Sistemas Computacionales, Magíster en Evaluación y Auditoría de Sistemas Tecnológicos, Docente Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná Carrera Sistemas de información, Ecuador.
- IV. Magíster en Informática Empresarial, Docente de la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Sistemas de información, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Resumen

El objetivo de la presente investigación, fue la implementación del modelo Machine Learning (ML) aplicado al estudio de enfermedades de café en el Centro de Investigación Sacha Wiwa de la Parroquia Guasaganda, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi; con el fin de facilitar el proceso de reconocimiento de las enfermedades y mejorar su calidad de producción. Para ello, se ha considerado una investigación bibliográfica, de campo mediante un aplicativo de sistema móvil con Android y ML en un entorno IDE Visual Studio Code, React native, y NodeJs. Para la creación y entrenamiento del modelado se utilizó Jupyter Lab, Tensorflow, Keras con JavaScript, Phyton, mediante la importación de librerías con 1180 fotos aleatorias de las 3 enfermedades encontradas de café y de su estado saludable para el entrenamiento del modelo de Inteligencia Artificial. Se utilizó la metodología MOBILE-D ya que la ponderación de sus características fue mayor con respecto a las metodologías ágiles. La implementación tuvo como finalidad el análisis de imágenes de las hojas enfermas para facilitar el proceso de reconocimiento; lo cual permitió tomar medidas preventivas y correctivas de propagación y tratamiento, evitando la pérdida del cultivo y mejorará la calidad de producción.

Palabras claves: Machine Learning; Deep learning; Aplicativo Móvil; Diagnóstico de Enfermedades; Café (*Coffea arábica*).

Abstract

The objective of this research was the implementation of the Machine Learning (ML) model applied to the study of coffee diseases at the Sacha Wiwa Research Center of the Guasaganda Parish, La Maná Canton, Cotopaxi Province; in order to facilitate the process of recognition of diseases and improve their production quality. For this, a bibliographical, field research has been considered through a mobile system application with Android and ML in an IDE environment Visual Studio Code, React native, and NodeJs. For the creation and training of the modeling, Jupyter Lab, Tensorflow, Keras with JavaScript, Python were used, by importing libraries with 1180 random photos of the 3 coffee diseases found and their healthy state for the training of the Artificial Intelligence model. The MOBILE-D methodology was used since the weighting of its characteristics was higher with respect to agile methodologies. The implementation had as purpose the analysis of images of diseased leaves to facilitate the recognition process; which

allowed taking preventive and corrective propagation and treatment measures, avoiding crop loss and improving production quality.

Keywords: Machine Learning; deep learning; Mobile Application; Diagnosis of Diseases; Coffee (*Coffea arabica*).

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi a implementação do modelo Machine Learning (ML) aplicado ao estudo das doenças do café no Centro de Pesquisa Sachá Wiwa da Paróquia de Guasaganda, Cantão La Maná, Província de Cotopaxi; a fim de facilitar o processo de reconhecimento de doenças e melhorar a qualidade de sua produção. Para isso, foi considerada uma pesquisa bibliográfica, de campo, por meio de um aplicativo de sistema móvel com Android e ML em ambiente IDE Visual Studio Code, React nativo e NodeJs. Para a criação e treinamento da modelagem foram utilizados Jupyter Lab, Tensorflow, Keras com JavaScript, Phyon, importando bibliotecas com 1180 fotos aleatórias das 3 doenças do café encontradas e seu estado saudável para o treinamento do modelo de Inteligência Artificial. A metodologia MOBILE-D foi utilizada uma vez que a ponderação de suas características foi maior em relação às metodologias ágeis. A implementação teve como finalidade a análise de imagens de folhas doentes para facilitar o processo de reconhecimento; o que permitiu tomar medidas preventivas e corretivas de propagação e tratamento, evitando perdas de colheitas e melhorando a qualidade da produção.

Palavras-chave: Aprendizado de Máquina; aprendizagem profunda; Aplicativo Móvel; Diagnóstico de Doenças; Café (*Coffea arábica*).

Introducción

La identificación de las enfermedades de las plantas es un tema que preocupa mucho a los agricultores, debido a que predice directamente el rendimiento que afecta a la productividad. Para identificar una planta con alguna enfermedad y recomendar los movimientos necesarios de recuperación (Dipakkumar, 2018), se requiere una gran experiencia y conocimientos. Para diagnosticar la enfermedad y sugerir medidas de control, se están utilizando muchos sistemas asistidos por ordenador en casi todos los países, (Harjeet, Deepak, & Madhuri, 2019).

Boyd y Sun (1994) propusieron un prototipo de sistema experto para el diagnóstico de enfermedades de la patata, el cual emulaba la experiencia humana en el diagnóstico de las enfermedades de la planta. Otros trabajos relacionados con la identificación de enfermedades de las plantas fueron el del cultivo de arroz, mediante una base de conocimientos que consistía en diferentes enfermedades [(Sarma, Singh, & Singh, 2010), (Balleda, et al, 2014)].

Babu & Rao (2007), utilizaron redes neuronales de retro propagación en su sistema de reconocimiento de hojas para el control de plagas y enfermedades en los cultivos. Ismail y Mustikasari (2013), crearon un sistema inteligente para la detección de enfermedades en las hojas de té. Huang (2007) propuso un modelo de procesamiento de imágenes acoplado a un modelo de red neuronal artificial para clasificar las enfermedades de las plantas de Falanopsis (Hanson, Joy, & Francis, 2017). Sannakki et al. (2011) aplicaron un enfoque de lógica difusa acoplado al procesamiento de imágenes para detectar el porcentaje de infección en la hoja.

La inteligencia artificial proyecta construir aplicaciones que simulen y actúen racionalmente como los humanos percibiendo un entorno circundante a fin de que en determine metas o tareas. En el lenguaje hablado, cuando las máquinas imitan las funciones "cognitivas" asociadas con los humanos otros pensamientos humanos, como aprender y resolver, problema, (Rich, Knight, Calero, G, & Bodega, 1994).

El aprendizaje automático o Machine Learning, es un método científico que mediante hardware y software se pueda aprender a extraer patrones y relaciones que existen en los datos por sí mismos. Los patrones pueden ser usar para predecir el comportamiento y tomar decisiones, (Valdez, 2018). El aprendizaje automático permite a los ordenadores, tener la capacidad de aprender sin ser inequívocamente personalizados y similares al trabajo de un ser humano.

Actualmente, existen algoritmos que intervienen dentro de la rama de la Inteligencia Artificial y las redes neuronales artificiales, las cuales constituyen técnicas de aprendizaje automático inspiradas en el comportamiento del cerebro humano a través de capas de interconexión para procesar la información. Cada capa consta de un conjunto de nodos, que transmiten información a otros nodos en capas posteriores (Beraud, 2018).

Las redes neuronales han evolucionado tanto en la habilidad de cálculo, como del big-data, permitiendo algoritmos basados en Deep Learning que permiten una proximidad y mejora con respecto al desempeño humano que involucran las áreas reconocimiento de voz o imagen.

Las redes neuronales convolucionales, concentra la construcción de aprendizaje profundo, que utilizan una arquitectura que utiliza el modelado de redes neuronales artificiales, donde las neuronas corresponden campos receptivos similares a las neuronas en la corteza visual del cerebro humano.

Existen bibliotecas de cálculo numérico que se especializan en el aprendizaje profundo con un ambiente completo y elástico de herramientas, bibliotecas y recursos comunitarios que accede a los desarrolladores promover el aprendizaje automático innovador y permite a los investigadores compilar e efectuar fácilmente aplicaciones basadas en IA. (TensorFlow, 2020)

React, es una plataforma que permite crear aplicaciones nativas para Android como para iOS, que no compromete las experiencias de sus usuarios y proporciona un conjunto básico de componentes nativos independientes como View, Text y Image. Los cuales se asignan directamente a los componentes básicos de la interfaz de usuario. Los componentes de React tienen código nativo que interactúan con las API nativas a través del paradigma de IU declarativo de React y JavaScript. (React Native, 2020)

Por otro lado, REST (Representational State Transfer) es un servicio que no tiene estado (es stateless), lo que quiere decir que, entre dos llamadas cualesquiera, el servicio pierde todos sus datos. Esto es, que no se puede llamar a un servicio REST y pasarle unos datos (p. ej. un usuario y una contraseña) y esperar que “nos recuerde” en la siguiente petición. (Tomàs, 2021)

La metodología Mobile-D es una mezcla de muchas técnicas que se divide de distintas fases como son: exploración, inicialización, fase de producción, fase de estabilización y la fase de pruebas. Cada una tiene una función especial para que el desarrollo de la metodología ágil sea eficiente y el producto sea una aplicación móvil de calidad (Hernández & Gómez, 2016; Stapic, 2013).

Con la antes sustentando, la investigación tiene como finalidad y propósito el ayudar a los pequeños y grandes caficultores en el reconocimiento de las enfermedades de café, mediante técnicas de inteligencia artificial y análisis de imágenes de las hojas enfermas de ésta, facilitando el proceso de reconocimiento de las enfermedades, tratamiento y mejorar su calidad de producción.

Metodología

La investigación aplico el método documental ya que permitió la recolección de información mediante la revisión de textos, artículos, revistas, sitios webs y bibliografías sobre el contexto del tema de investigación, y porque se fundamentó científica-técnicamente las herramientas a utilizar en la ejecución de la aplicación móvil, enmarcadas en los objetivos del proyecto.

Se aplicó el método analítico sintético, con el fin de observar las causas, naturaleza y efectos de los modelos Machine Learning en las enfermedades del cafeto (coffee) y las herramientas de software. Además, se aplicó el método deductivo para especificar los atributos sobre del tema para extraer las conclusiones, mediante instrumentos como la entrevista.

Se consideró la aplicación de la investigación bibliográfica, a fin de sustentar las bases teóricas y científicas expresadas por los autores en referencia al tema de investigación, respaldada en obras bibliográficas, de libros, revistas, articulas, sitios webs. La investigación fue de campo, ya que se recolectó datos enfocados a entender, observar e interactuar con las personas en su entorno original, a través de un datasets y la valoración técnica de expertos en el tema sobre las enfermedades que afectan al cultivo del cafeto en las huertas del Centro de Investigación Sacha Wiwa, ubicada en la Parroquia Guasaganda, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi.

La investigación desarrolla una propuesta de basadas en especificaciones técnicas de las herramientas como entorno de desarrollo IA, Frameworks y lenguajes de programación a usar en el diseño de modelos Machine Learning para la aplicación de clasificación de enfermedades del cultivo del Cafeto.

Se utilizó la técnica de la entrevista con un cuestionario para recopilar información para conocer su valoración y criterio acerca de las enfermedades del cultivo del cafeto, con el fin de obtener conocimientos suficientes del objeto de estudio.

Mediante la observación se obtuvo el levantamiento de datos y muestra sobre las enfermedades Roya (*Hemileia vastatrix*), Alternaria Alternata (Fr.) Keissl, Gotera u Ojo de gallo (*Mycena citricolor*), y Broca del fruto (*Hypotenemus hampei Ferr.*) que afectan al cultivo del cafeto de un muestreo intencional.

Se tomó como referencia de estudio del campo al Centro de Investigación Sacha Wiwa, de acuerdo al criterio técnico de los expertos que constan de tomas aleatoriamente de 1180 fotos con las 3 enfermedades del cafeto y de su estado saludable para el entrenamiento del modelo de Inteligencia Artificial, las cuales generaron 4 clases:

- Hojas con Roya (*Hemileia vastatrix*): 372 imágenes.
- Hojas con Alternaria Alternata (Fr.) Keissl: 240 imágenes.
- Hojas con Gotera u Ojo de gallo (*Mycena citricolor*): 339 imágenes.
- Hojas sanas: 229 imágenes.

Para el desarrollo de la investigación se consideró validar y verificar sistemáticamente las siguientes fases:

Identificar los aspectos que intervienen en la clasificación y predicción de enfermedades del Cafeto (*Coffea arábica*)

Establecer las herramientas y técnicas necesarias para el desarrollo de aplicaciones móviles, basada en un modelo de inteligencia artificial que permita identificar imágenes de enfermedades del cafeto (*Coffea arábica*).

Implementar modelo de inteligencia artificial mediante la aplicación móvil, empleando caso de estudio real para la clasificación y predicción de enfermedades del cafeto (*Coffea arábica*) en base a criterio especialista de las enfermedades encontradas.

Resultados

Planificación de fases

Figura 1: Matriz de fases del desarrollo Mobile-D

Fase	Iteración	Descripción
Exploración	Iteración 0	Establecimiento del proyecto, establecimiento de los grupos de interés, limitaciones, supuestos y dependencias.
Inicialización	Iteración 0	Análisis de los requerimientos.
Producción	Iteración 1	Integración de la autenticación de acceso de usuarios al sistema. Integración de la funcionalidad de diagnóstico de enfermedad mediante modelo de inteligencia artificial, generación de interfaces. Generación y pruebas de aceptación.
	Iteración 2	Implementación de la funcionalidad de registro de usuarios. Incorporar mejoras al modelo después de haber realizado

		<p>reentrenamiento mediante inteligencia artificial, mejora en la presentación de interfaces.</p> <p>Generación y pruebas de aceptación.</p>
	Iteración 3	<p>Implementación de la funcionalidad de reconocimiento de enfermedades del cafeto usando la cámara y storage de dispositivo.</p> <p>Incorporar mejoras a la funcionalidad de diagnóstico de enfermedad mediante inteligencia artificial, mejora en la presentación de interfaces.</p> <p>Generación y pruebas de aceptación.</p>
	Iteración 4	<p>Implementación de vistas de historial y resumen de enfermedades diagnosticadas.</p> <p>Implementación de la funcionalidad de almacenamiento y sincronización de datos con el servidor, mejora en la presentación de interfaces.</p> <p>Generación y pruebas de aceptación.</p>
	Iteración 5	<p>Integración de vistas de configuración y ayuda en el manejo de aplicativo móvil, mejora en la presentación de interfaces.</p> <p>Generación y pruebas de aceptación.</p>
Estabilización	Iteración 6	<p>Refactorización de la autenticación de acceso de usuarios al sistema.</p> <p>Definición de la funcionalidad diagnóstico de enfermedad mediante modelo de inteligencia artificial y definición de las de interfaces definitivas.</p> <p>Aplicación de las pruebas para su correspondiente aceptación.</p>
	Iteración 7	<p>Refactorización de la funcionalidad de registro de usuarios.</p> <p>Definición de la funcionalidad diagnóstico de enfermedad mediante modelo de inteligencia artificial y definición de las de interfaces definitivas.</p> <p>Aplicación de las pruebas para su correspondiente aceptación.</p>
	Iteración 8	<p>Refactorización de la funcionalidad de reconocimiento de enfermedades del cafeto usando la cámara y storage de dispositivo.</p>

		Definición de mejoras a la funcionalidad de diagnóstico de enfermedad mediante inteligencia artificial, y definición de las de interfaces definitivas.. Aplicación de las pruebas para su correspondiente aceptación.
	Iteración 9	Refactorización de vistas de historial y resumen de enfermedades diagnosticadas. Definición de la funcionalidad de almacenamiento y sincronización de datos con el servidor, definición de las de interfaces definitivas. Aplicación de las pruebas para su correspondiente aceptación.
	Iteración 10	Refactorización de vistas de configuración y ayuda en el manejo de aplicativo móvil y definición de las de interfaces definitivas. Aplicación de las pruebas para su correspondiente aceptación.
Pruebas del sistema	Iteración 11	Se iniciará con un proceso de evaluación de pruebas correspondientes al sistema y realizar un análisis de resultados.

Fase de exploración

En esta fase se definió y se estableció las personas involucradas en el proyecto, los requerimientos y alcance, limitaciones y métricas de evaluación, el cual establece una línea base de los componentes y comportamiento de la solución a desarrollar de la línea arquitectónica que se va a plantear. Se establece que se crean 3 grupos de interés, conformado por el desarrollador de software, el usuario administrador y el usuario común

Se requiere una aplicación móvil que permita el diagnóstico e identificación de una determinada enfermedad en el cafeto, mediante el uso de un modelo machine learning previamente entrenado para la enseñanza – aprendizaje de beneficiarios tanto directos, como indirectos de este proyecto, determinando los siguientes requisitos:

Figura 2: Requerimientos funcionales.

Id	Requerimiento	Descripción	Prioridad
RF1	Registro de usuario	Además de tener acceso a las mismas funcionalidades del aplicativo móvil que tiene un usuario común, este puede gestionar	Alta

	administrador	las categorías en caso de determinar una nueva enfermedad en el cafeto, para de esta manera, crear una nueva clase con la descripción de esta, e ir añadiendo tomas fotográficas de esta nueva enfermedad para posteriormente re-entrenar el modelo, y se añade estas nuevas tomas fotográficas al modelo.	
RF2	Registro de usuario común	Para el acceso, el usuario debe registrarse en la aplicación, ingresando los siguientes datos: nombres, correo, contraseña, y confirmación de contraseña.	Alta
RF3	Autenticación del usuario	Ya sea para el administrador o usuario común que haga uso del aplicativo móvil, el acceso será con los siguientes datos: correo y contraseña.	Alta
RF4	Respuesta de diagnóstico	El usuario hará la toma o subida de la imagen para el diagnóstico de una determinada enfermedad del cafeto.	Alta
RF5	Generar Resumen	Registro automático y resumen del número de enfermedades diagnosticadas.	Media
RF6	Historial de App	El aplicativo al momento de haber diagnosticado la enfermedad en las imágenes tomadas o subidas por el usuario, estas se quedan registradas en un apartado de historial del aplicativo, como en el almacenamiento del dispositivo móvil.	Media
RF7	Actualización de imágenes	En caso de que el usuario no cuente con acceso a internet, ya sea porque se encuentre en una zona restringida al mismo, esta se sincronizará con la base de datos en el servidor en cuanto retome la conexión a internet, pasando de estar en estado de “No cargada” a “Cargada”.	Media
RF8	Acceso configuración	El usuario común podrá revisar la información actual de su perfil, el cierre de sesión, visualizar la información de la versión de la aplicación. Mientras que el usuario administrador tendrá una opción adicional que es la que se detalló en el RF1.	Media
RF9	Acceso ayuda	El usuario podrá visualizar una guía del uso de la aplicación, así como también un listado de síntomas que presenta una determinada enfermedad encontrada en el campo de estudio, y consejos especialistas para el tratamiento y cuidado ante tales enfermedades.	Media

Fuente: Requerimientos de la aplicación

Elaborado por: Investigadores

Figura 3: Requerimientos no funcionales.

Id	Requerimiento	Descripción	Prioridad
RNF1	Estado del diagnóstico de una enfermedad	Se notifica el estado actual de la enfermedad a diagnosticar emitida por el usuario, esta muestra los siguientes estados: procesando, y “La enfermedad diagnosticada”.	Alta
RNF2	Fluidez en base de datos	Los datos modificados en la base de datos deben ser sincronizados en tiempo real.	Alta
RNF3	Protección de datos	Para el ingreso al aplicativo móvil, estarán protegido los usuarios registrados con contraseñas cifradas.	Alta
RNF4	Adaptabilidad del usuario	El tiempo de enseñanza-aprendizaje del uso de la aplicación por un usuario deberá ser menor a dos horas.	Alta
RNF5	Interfaz	La aplicación móvil tendrá una interfaz intuitiva y amigable para una mayor facilidad en su uso.	Alta
RNF6	Idioma	La aplicación móvil tendrá por defecto el idioma español.	Alta

Fuente: Requerimientos no funcionales

Elaborado por: Investigadores

Fase de Inicialización

- **Tipo de proyecto:** Aplicación móvil.
- **Lenguaje de programación aplicación:** JavaScript.
- **Lenguaje de programación de modelo:** Python.

Preparación del ambiente

Instalación de las siguientes herramientas a ocupar:

- Jupyter Lab, tensorflow y keras para creación y entrenamiento de modelo.
- IDE Visual Studio Code, React native, y NodeJs para aplicativo móvil
- MySQL para la gestión de bases de datos.

Diseño de la aplicación

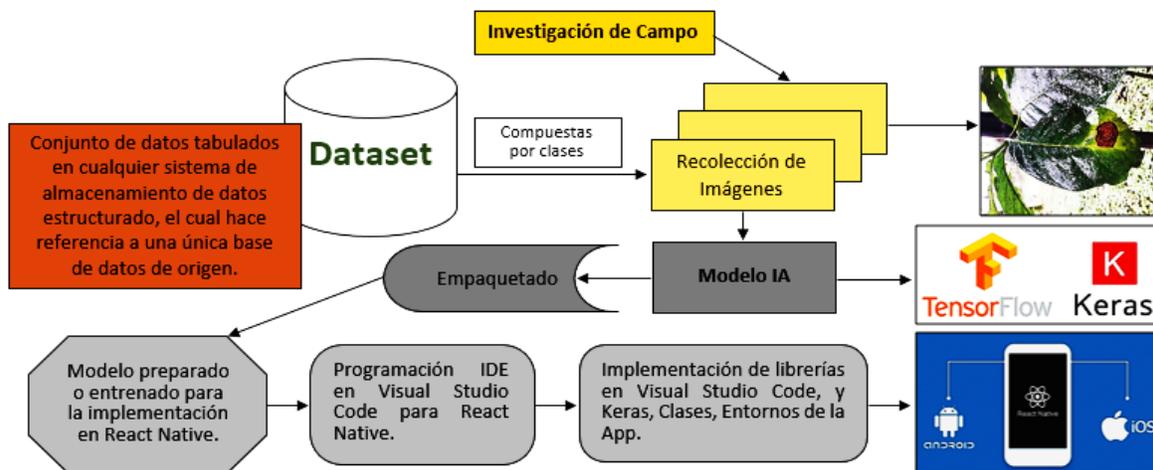


Figura 4: Diseño de la aplicación.

Diagrama de Base de Datos

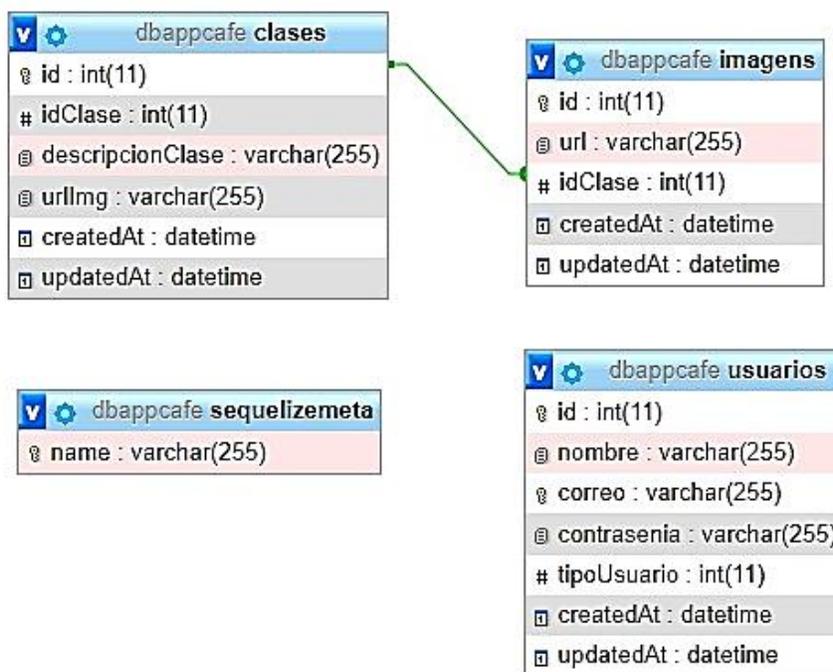


Figura 5: Diagrama de la base de datos.

Diagrama de Caso de Uso inicial de App. Móvil

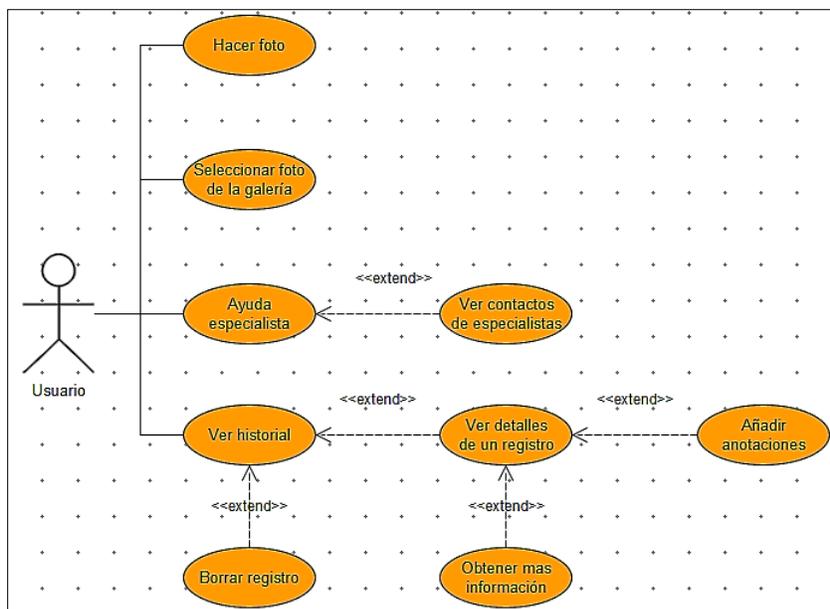


Figura 6: Arquitectura funcional de caso de uso

Diseño de interfaces de aplicativo móvil

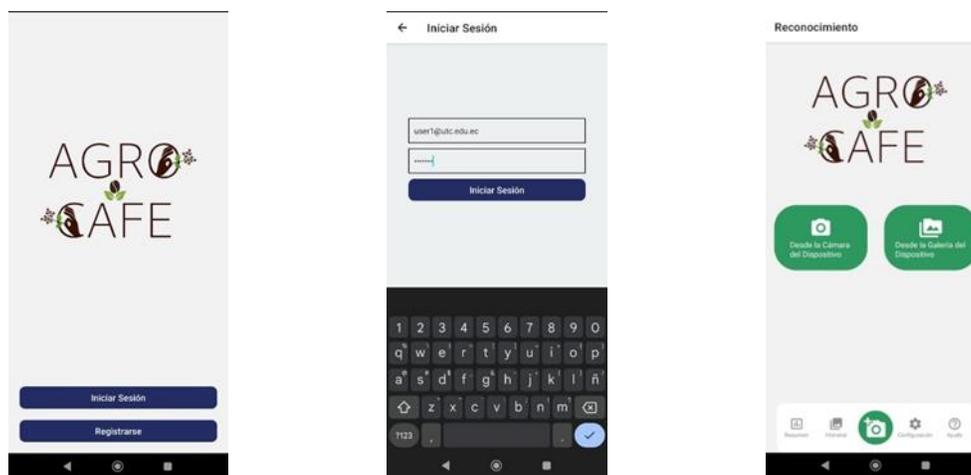


Figura 7: Registro e Inicio de Sesión de Usuario



Figura 8: Toma Fotográfica de enfermedad foliar de Cafeto

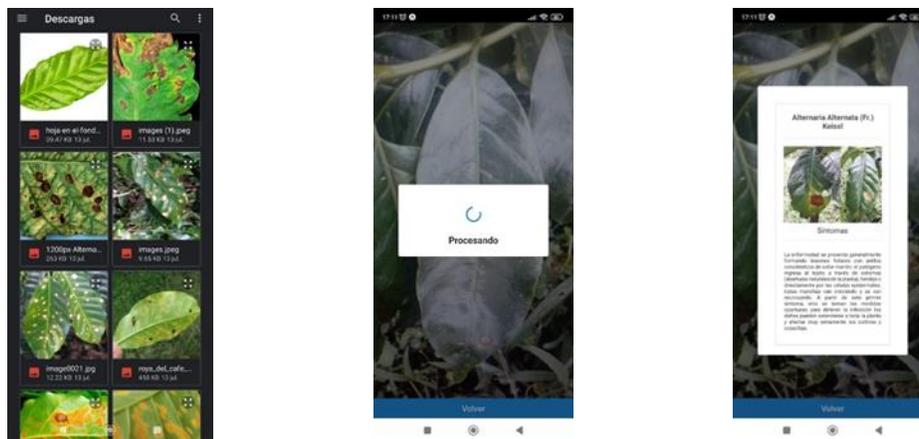


Figura 9: Diagnóstico de imagen foliar enferma desde la galería o storage del dispositivo móvil.

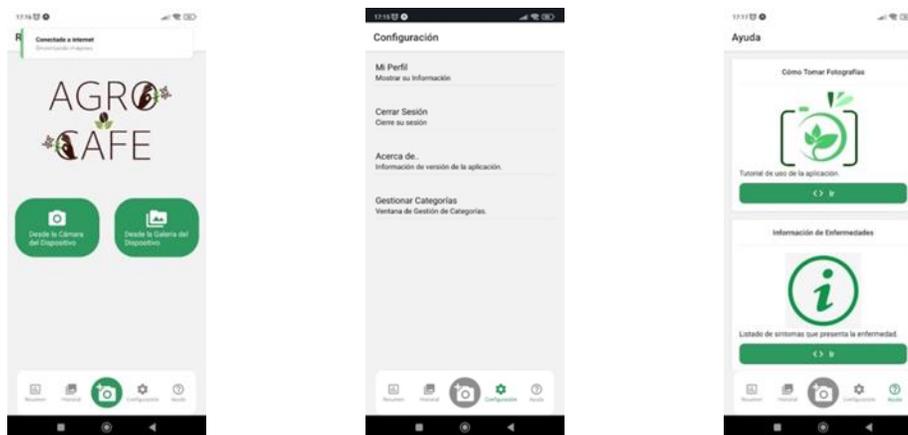


Figura 10: Sincronización de imágenes con enfermedades diagnosticadas, configuración, y ayuda.



Figura 11: Ayuda: Tutorial de uso de aplicativo, Información de enfermedades y consejos de control.

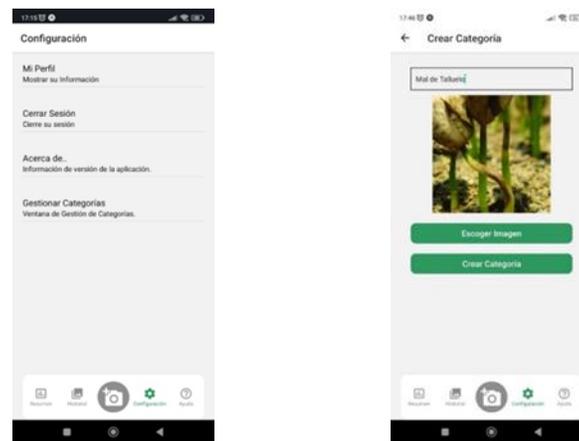


Figura 12: Ventana de gestión de categoría de enfermedades encontradas.

Figura 13: Personas que intervienen en el proyecto de investigación

Agente	Funciones	Técnicas, espacios y distribución	Población
Tutor	Guía	Técnica experimental	1
Estudiantes	Investigadores	Ejecutores del proyecto	2
Ingeniero agrónomo	Técnico Agrícola	Entrevista y aval técnico fitosanitario.	2
Personal de muestra	Suministran información	Encuesta.	38

Fuente: Requerimientos

Elaborado por: Los Investigadores

Fase de Producción y estabilización

Dentro de estas fases se procedió a realizar la comprobación de la funcionalidad de la aplicación móvil e integración con los requisitos recolectados en las fases anteriores, con el fin de asegurar el cumplimiento de la calidad esperada.

Fase de Pruebas

Se consideró realizar una evaluación de las interfaces desarrolladas y de los requerimientos funcionales definidos, para concretar los resultados del correcto uso y funcionamiento de la aplicación móvil.

Figura 14: Verificación de Interfaces desarrolladas.

Interfaz de la aplicación	Cumplimiento
INTERFACES GENERALES DE USUARIO	
Registro de nuevo usuario	Hecho
Inicio de sesión	Hecho
Diagnóstico de imagen foliar enferma desde la galería o storage del dispositivo móvil.	Hecho
Vista del menú resumen y de historial de enfermedades diagnosticadas.	Hecho
Sincronización de imágenes con enfermedades diagnosticadas	Hecho
Vista del menú de configuración, y ayuda.	Hecho
INTERFACES DEL ADMINISTRADOR	
Vista del administrador	Hecho
Ventana de gestión de categoría de enfermedades encontradas.	Hecho

Fuente: Diseños en MarvelApp

Elaborado por: Los Investigadores

Figura 15: Pruebas funcionales de la fase de exploración,

Id	Requerimiento	Cumplimiento
RF1	Registro de usuario administrador	Hecho
RF2	Registro de usuario común	Hecho
RF3	Autenticación del usuario	Hecho

RF4	Respuesta de diagnóstico	Hecho
RF5	Generar Resumen	Hecho
RF6	Historial de App	Hecho
RF7	Actualización de imágenes	Hecho
RF8	Acceso configuración	Hecho

Fuente: Fase de exploración

Elaborado por: Los Investigadores

Conclusiones

- La actividad cafetera, siempre se ha visto amenazada por la presencia de plagas y enfermedades que impiden el desarrollo adecuado de los cultivos y afectan negativamente a la economía de los agricultores. Las enfermedades epidémicas de hongos afectan a los cafetos y causa una defoliación masiva de tal manera que en este aspecto interviene el proceso de clasificación y predicción de enfermedades del café mediante la recopilación de datos (fotos) de las hojas y enfermas a través de la investigación de campo para la obtención del DataSet y el desarrollo del plan modelo de la IA.
- Mediante el modelo de Machine Learning desarrollado en el entorno virtual “Jupyter lab” se logró crear y entrenar las redes neuronales convencionales para la clasificación de las enfermedades del café expuestas en el caso de estudio (Roya, Alternaría y Ojo de Gallo) en conjunto con la clasificación sana del cafeto.
- Los dispositivos móviles que podrán ejecutar esta aplicación serán los que cuenten con el sistema operativo Android, que como mínimo deben contar con la versión 7.0, ya que según un caso de estudio destacado por Mena (2020) resalta que en el mercado los sistemas operativos para los Smartphone más usados es Android e iOS, en estadísticas la cuota en el mercado entre el 2014 y 2019 el sistema operativo de Android se situó en la primera posición con el 86,1% de unidades distribuidas, mientras que el sistema operativo de iOS con el 13,9% de smartphones distribuidos, de una distribución de dispositivos móviles de 1.372 millones.

Referencias

1. Babu, M., & Rao, B. (2007). Leaves recognition using back propagation neural network-advice for pest and disease control on crops. IndiaKisan.
2. Beraud Martínez, I. (2018). Cuarta revolución industrial. Impacto de la inteligencia artificial en el modo de producción actual. Revista Conjeturas Sociológicas. ISSN 2313-013X
3. Ballela, K. e. (2014). Agpest: An efficient rule-based expert system to prevent pest diseases of rice and wheat crops. Intelligent Systems and Control.
4. Boyd, D., & Sun, M. (1994). Prototyping an expert system for diagnosis of potato diseases. Computers and Electronics in Agriculture, 259-267.
5. Dipakkumar, J. (2018). Plant Disease Identification using Artificial Intelligence: Machine Learning Approach. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 11082-11084.
6. Hanson, A., Joy, A., & Francis, J. (2017). Plant LeafDisease Detection using Deep Learning and Convolutional Neural Network. International Journal of Engineering Science, 5324-5328.
7. Harjeet, K., Deepak, P., & Madhuri. (2019). Applications of Machine Learning In Plant Disease Detection. Think India Journal, 3100-3105.
8. Hernández, D., & Gómez, J. (2016). Mobile D (programacion dispositivos moviles). Obtenido de <https://es.slideshare.net/pipehernandez1020/mobile-d-programacion-dispositivos-moviles>
9. Huang, K. (2007). Application of artificial neural network for detecting Phalaenopsis seedling diseases using color and texture features. Computers and Electronics in agriculture, 3- 11.
10. Ismail, M., & Mustikasari. (2013). Intelligent system for tea leaf disease detection. L IPSJ Technical, 1-4.
11. Rich, E., Knight, K., González P. A., Bodega, T. (1994), Inteligencia artificial, 2a Ed. McGraw Hill. Madrid, España. ISBN: 84-481-1858-8
12. Sannakki, H. e. (2011). Fast and accurate detection and classification of plant diseases. Computer Application, 31-38.

13. Sarma, S., Singh, K., & Singh, A. (2010). An Expert System for diagnosis of diseases in Rice Plant. *International Journal of Artificial Intelligence*, 26-31.
14. Valdez Alvarado, Aldo. (2018). *Introducción al Machine Learning*. 10.13140/RG.2.2.28886.19527.
15. React Native. (2020). Cree aplicaciones nativas para Android e iOS usando React. Obtenido de React Native: <https://reactnative.dev/>
16. TensorFlow. (2020). TensorFlow. Obtenido de <https://www.tensorflow.org/?hl=es-419>
17. Tomàs, E. (2021). Obtenido de Qué es REST: <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-rest-caracteristicas-sistemas.html>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).