

Aplicación Móvil De Reconocimiento De Imágenes Para Mejorar El Control De Plagas En La Producción De Papa De Carabamba-Julcan

Cristian Francisco Avalos Collantes, Ingeniero¹, Brayler Aldair Vera Carhuatocto, Ingeniero¹
Segundo Edwin Cieza Mostacero, Magister¹, Oscar Romel Alcántara Moreno, Doctor¹, Juan Francisco Pacheco
Torres, Doctor¹

¹Universidad César Vallejo, Perú, favalosco@ucvvirtual.edu.pe, vcarhuatoctob@ucvvirtual.edu.pe,
sciezam88@ucvvirtual.edu.pe, oalcantara@ucv.edu.pe, jpachecot@ucv.edu.pe

Abstract– The The following article corresponds to the implementation of an image recognition mobile application to improve pest control in potato production in Carabamba-Julcan. For this reason, a pre-experimental grade design was carried out, applying instruments on the collection of information, by means of 4 registration cards, which were validated by 3 experts, as well as their reliability, by means of the SPSS version 25 software. implementation of the mobile application, the ICONIX development methodology was used. We worked with a population of 27 pests that were present in the potato plant, from which a sample of 25 pests was taken. After implementation, it was achieved; the reduction of the average time of identification of pests that affect the potato plant in 6 minutes, also decreased the average time of duration of pests that affect the potato plant in 8 minutes, the percentage of incidences of pests in the potato plant and the percentage of efficiency in the application of pesticides in the potato plant was increased by 39%. This research is divided into introduction, state of the art, objectives, material and methods, methodology and framework for the development of the application, result, discussion, conclusions and gratitude.

Keywords--- Recognition, control, methodology, incidence, efficiency.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.475>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Aplicación Móvil De Reconocimiento De Imágenes Para Mejorar El Control De Plagas En La Producción De Papa De Carabamba-Julcan

Cristian Francisco Avalos Collantes, Ingeniero¹, Brayler Aldair Vera Carhuatocto, Ingeniero¹
Segundo Edwin Cieza Mostacero, Magister¹, Oscar Romel Alcántara Moreno, Doctor¹, Juan Francisco Pacheco
Torres, Doctor¹

¹Universidad César Vallejo, Perú, favalosco@ucvvirtual.edu.pe, vcarhuatocto@ucvvirtual.edu.pe,
sciezam88@ucvvirtual.edu.pe, oalcantara@ucv.edu.pe, jpachecot@ucv.edu.pe

Resumen— El siguiente artículo corresponde a la implementación de una aplicación móvil de reconocimiento de imágenes para mejorar el control de plagas en la producción de papa de Carabamba-Julcan. Por ello se efectuó un diseño de grado pre-experimental, aplicando instrumentos sobre recopilación de información, mediante 4 fichas de registro, mismas que fueron validadas a través de 3 expertos, así como su confiabilidad, por medio del software SPSS versión 25. Para la implementación de la aplicación móvil se utilizó la metodología de desarrollo ICONIX. Se trabajó con una población de 27 plagas que estaban presentes en la planta de papa, de la cual se tomó una muestra de 25 plagas. Después de la implementación, se logró; la reducción del tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa en 6 minutos, además disminuyó el tiempo promedio de duración de plagas que afectan a la planta de papa en 8 minutos, también se redujo en un 21% el porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa y se aumentó en un 39% el porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa. La presente investigación se divide en introducción, estado del arte, objetivos, material y métodos, metodología y marco de trabajo para el desarrollo de la aplicación, resultado, discusión, conclusiones y agradecimiento.

Palabras Claves— Reconocimiento, control, metodología, incidencia, eficiencia.

Abstract— The The following article corresponds to the implementation of an image recognition mobile application to improve pest control in potato production in Carabamba-Julcan. For this reason, a pre-experimental grade design was carried out, applying instruments on the collection of information, by means of 4 registration cards, which were validated by 3 experts, as well as their reliability, by means of the SPSS version 25 software. implementation of the mobile application, the ICONIX development methodology was used. We worked with a population of 27 pests that were present in the potato plant, from which a sample of 25 pests was taken. After implementation, it was achieved; the reduction of the average time of identification of pests that affect the potato plant in 6 minutes, also decreased the average time of duration of pests that affect the potato plant in 8 minutes, the percentage of incidences of pests in the potato plant and the percentage of efficiency in the application of pesticides in the potato plant was increased by 39%. This research is divided into introduction, state of the art, objectives, material and methods, methodology and framework for the development of the application, result, discussion, conclusions and gratitude.

Keywords--- Recognition, control, methodology, incidence, efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura al año 2020, ha ido creciendo a nivel mundial, y es considerada como el pilar más importante de la nutrición humana; logrando eliminar la necesidad, disminuir la escasez, preservar el entorno e impulsar la economía, pero debido al aumento de plagas y enfermedades en las plantas, se ven afectadas en un 40 % los sembríos; es así que, dentro del sector agrícola, los vegetales forman el 80 % de la alimentación que ingiere y el 98 % del oxígeno que inhala [1].

A nivel internacional, la Comunidad Mundial de Impacto Vegetal (CMIV) situada en Shanghái, realizó una encuesta sobre los daños ocasionados por plagas en los cultivos, empleando un formulario online didáctico, tomando una muestra de cinco sembríos nutritivos (papa, arroz, trigo, maíz, soya y arroz), alrededor de 67 países; obteniendo una escala global de rango de daños de 10,1 a 28,1% de trigo, 24,6 a 40,9% de arroz, 19,5 a 41,1% de maíz, 11,0 a 32,4% de soya y 8,1 a 21,0% de papa [2].

Por otro lado, en una investigación realizada en Argentina y Perú, se mencionó que el consumo de papa a nivel sudamericano, es el más consumido por sus altos niveles de nutrición. Estos resultados indicaron que en Argentina se producen alrededor de unas 30 a 40 mil producciones anuales, en ciudades como; Rosario 27 %, Mar de Plata 8 %, Salta 4 %, Bahía Blanca 3% y otros 3%, en comparación a Perú, su agricultura es más sobresaliente por su alto nivel de producción de papa [3].

El cultivo de papa en el Perú, es uno de los productos que más se siembra en la agronomía, en relación con otros tubérculos, como el camote o la yuca; existen grandes variedades de papas identificadas por el tono, dimensión y apariencia, en los distintos departamentos de este país. De acuerdo con informes de censos, la productividad sobre la papa alcanza entre 285 a 599 mil toneladas, este rendimiento se encuentra en los principales departamentos; La Libertad 7,2%; Cajamarca 17,2% y Ancash 79,2%, en conjunto alcanzan una suma de 61,8% del rendimiento en todo el territorio peruano [4].

Sin embargo, en el distrito de Carabamba, alrededor del caserío San Fernando, existen diversos problemas y carencias en el cultivo de papa, como la ausencia de herramientas tecnológicas para una posible disminución de plagas, que garantice el correcto avance de producción en la cosecha y post-cosecha, teniendo como objetivo eliminar la diversidad de plagas que se posicionen durante el desarrollo del cultivo, con la finalidad de aumentar la protección del sembrío de papa.

Por esta razón con esta investigación se espera alcanzar de manera eficiente, un máximo manejo de plagas en los cultivos de papa. debido al impacto socio-económico por la posición de la pandemia del covid-19, se encontraron daños en las cosechas y limitaciones en su distribución. Por lo que se llevó a cabo, encontrar alternativas rápidas para el control de plagas y enfermedades en la planta de papa, para poder permitir la correcta distribución de papa a la ciudad de Trujillo. La alternativa que se proponga no debe afectar el ecosistema, debe ser ahorrador y socialmente factible [5].

Basándose en lo expuesto previamente mencionado, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera una aplicación móvil de reconocimiento de imágenes influye en el control de plagas en la producción de papa de Carabamba-Julcan?

II. ESTADO DEL ARTE

A. Control de Plagas

Carmona [6] menciona que está determinado como el conjunto de herramientas manejadas de manera coordinada y oportuna para mantener a raya a las poblaciones de plagas, de tal motivo que no ocasionen pérdidas de naturaleza económica a los productores agrícolas.

B. Aplicación Móvil de Reconocimiento de Imágenes

Nauñay y Tipantuña [7] indican que es una de las aplicaciones más importantes de la visión por computador, pero que aún no existe un algoritmo cien por ciento capaz de responder de manera precisa a la gama de variaciones que puede afectar a una imagen, como cambios de iluminación, oclusión o puntos de vista diferentes.

C. ICONIX

Quezada [8] menciona que es una metodología basada en casos de uso que proporcionan un método confiable para pasar de estos a la implementación del código, considerado como un desarrollo facilitado en semejanza con otras técnicas más habituales.

D. Material Design

Material Design [9] menciona que es un lenguaje óptico que reduce los inicios tradicionales del diseño con la variación en la tecnología y ciencia, teniendo como objetivos principales: crear, unificar y personalizar.

E. Redes Neuronales

Caballero [10] menciona que son sistemas de procesamiento de información, cuya estructura y funcionamiento están inspirados en las redes neuronales biológicas, tal y como lo hace el cerebro humano.

F. Clarifai

Clarifai [11] menciona que Clarifai ofrece modelos diferentes que contiene un grupo de conceptos y solo puede reconocer los conceptos que contiene. Puede crear un modelo y entrenarlo con sus propias imágenes y conceptos. Una vez entrenado, puede usar el modelo para hacer predicciones sobre nuevos datos.

G. Renderscript

Android Developers [12] refiere que es un ambiente de labor para realizar trabajos con inmensa capacidad de procesos y elevada productividad en Android. Eso autoriza a pensar en la declaración de algoritmos en parte del desarrollo de la tarea.

H. Aplicaciones de reconocimiento de imágenes

Zavala y Xavier [13] implementaron un sistema de control para el posicionamiento del servomecanismo de una cámara de identificación de vehículos infractores por semáforo mediante reconocimiento de imágenes utilizando visión artificial. La investigación lo desarrollaron en dos fases: sistemas de control y visión artificial. En la fase de sistemas de control, realizaron un estudio para determinar la dinámica de la planta expresada en una función de transferencia y en la segunda fase, lo desarrollaron en Matlab, un algoritmo para el procesamiento de imágenes cuyo objetivo fue identificar el color rojo del semáforo empleando filtro. Finalmente obtuvieron como conclusión, que se puede utilizar la visión artificial para el proceso de posicionamiento de un servo mecanismo de una cámara web capaz de reaccionar a la activación de la luz roja del semáforo para identificar un vehículo infractor utilizando una sola cámara de visión y procesamiento de imágenes por computadora.

Paredes [14] desarrollo el reconocimiento de placas de rodaje en automóviles, mediante el procesamiento digital de imágenes. Para cumplir este propósito, utilizo una imagen de buena resolución, ubicación, orientación y iluminación. La imagen es captada mediante una cámara fotográfica dependiendo de la claridad de la imagen se procede a utilizar métodos y técnicas de procesado. Con la segmentación umbralización, la binarización y el filtrado permitieron el reconocimiento de los caracteres de la placa de rodaje. Finalmente aplico un algoritmo en el programa Matlab para su tratamiento. Posteriormente estos caracteres extraídos son guardados en un Bloc de Notas.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Mejorar el control de plagas en la producción de papa de Carabamba-Julcan a través de la implementación de una aplicación móvil de reconocimiento de imágenes.

B. Objetivos Específicos

- Reducir el tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa.
- Disminuir el tiempo promedio de duración de plagas en la planta de papa.
- Reducir el porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa.
- Aumentar el porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo aplicada con un diseño preexperimental, donde el objeto de estudio es el control de plagas y el campo de acción es la aplicación de reconocimiento de imágenes. En la tabla I se muestra la población y muestra de esta investigación:

TABLA I
POBLACIÓN Y MUESTRA

N°	Indicador	Población	Muestra
1	Reducir el tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa.	27 plagas.	25 plagas.
2	Disminuir el tiempo promedio de duración de plagas en la planta de papa.		
3	Reducir el porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa.		
4	Aumentar el porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa.		

Elaboración propia de los autores.

Para la investigación se tomó en cuenta la población según el Centro Internacional de la Papa (CIP) de 27 plagas, entre: insectos, hongos, enfermedades, malezas y virus.

Para la muestra se utilizó la fórmula de población conocida; donde se estableció un nivel de confianza del 95% y un margen de error de muestreo de 5%. La técnica de muestreo fue aleatorio simple, ya que es un método confiable porque tiene una probabilidad positiva de formar parte del muestreo y como unidad de análisis las plagas en la planta de papa.

TABLA II
TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica	Instrumento	Fuente	Informante
Observación	Ficha de Registro	Distrito de Carabamba	Agricultor

Elaboración propia de los autores.

Para la recolección de información se aplicó la técnica de observación por medio del instrumento de ficha de registro.

V. METODOLOGÍA Y MARCO DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Para la implementación del campo de acción, se desarrolló a través de la metodología ICONIX, con un diseño con Material Design, utilizando Clarifai como herramienta de inteligencia, conectada a una base de datos en MySQL Work-Bench, la cual fue alojada en la nube de azure (Microsoft) y para conectarnos remotamente usamos HeidiSQL.

TABLA III
FASES DE LA METODOLOGIA ICONIX

Item	Fases
1	Fase 1: Análisis de requerimientos Requerimientos funcionales y no funcionales Casos de uso y Especificaciones
2	Fase 2: Diseño preliminar y análisis Arquitectura de la solución Arquitectura de la aplicación Diseño de base de datos Prototipos de la aplicación
3	Fase 3: Diseño detallado Técnica de Caja Blanca – Análisis de código estático
4	Fase 4: Implementación Distribución de la aplicación a la plataforma de pruebas TestFairy

Elaboración propia de los autores.

A. Fase 1: Análisis de requerimientos

En esta fase se definió todos los requisitos que formaron parte del sistema y con esto construir las especificaciones de casos de uso, que representan.

TABLA IV
IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Pri. = Prioridad		Dif. = Dificultad	
Valor	Descripción	Valor	Descripción
1	Alta	1	Alta
2	Media	2	Media
3	Baja	3	Baja

Requerimientos Funcionales			
N°	Descripción	Dif.	Pri.
1	La aplicación móvil permitirá crear una cuenta de usuario.	2	1
2	La aplicación móvil permitirá el ingreso mediante usuario y contraseña.	3	1
3	La aplicación móvil permitirá actualizar información del usuario autenticado.	2	3
4	La aplicación móvil permitirá capturar una fotografía.	2	1
5	La aplicación móvil permitirá reconocer las posibles plagas de papa mediante fotografía.	2	1
6	La aplicación móvil permitirá mostrar el listado de las plagas de papa.	3	1
7	La aplicación móvil permitirá consultar información sobre una plaga de papa.	3	2
8	La aplicación móvil permitirá registrar el resultado del reconocimiento de las posibles plagas de papa.	2	1
9	La aplicación móvil permitirá listar el historial de reconocimiento de plagas de papa.	3	2
10	La aplicación móvil permitirá compartir un reconocimiento de plaga de papa del historial.	3	3
11	La aplicación móvil permitirá ocultar un reconocimiento de plaga de papa del historial.	3	3

Elaboración propia de los autores.

- **Requisitos de funcionalidad**
La aplicación móvil podrá ser instalada en dispositivos móviles con sistema operativo de Android versión 5.1

Requisitos de rendimiento

- La aplicación móvil deberá tener un tiempo máximo de respuesta de 5 segundos para cualquier operación de consulta, dependiendo de la cobertura de red. Los datos modificados en la base de datos deben ser actualizados para todos los usuarios que acceden en menos de 3 segundos.

- **Seguridad**

La aplicación móvil deberá ser capaz de evitar ataques de inyección de MySQL sistemáticos. Se utilizará la autenticación con usuario y contraseña para el ingreso de usuarios.

- **Fiabilidad**

La aplicación móvil deberá tardar un máximo de 7 minutos para la recuperación de un fallo de caída total, en el 93% de las ocasiones. La tasa de errores cometidos por el usuario deberá ser menor del 3%.

- **Disponibilidad**

Normalmente debe tener la funcionalidad del 99% de las 24 horas del día que la aplicación debe de estar disponible.

- **Usabilidad**

La aplicación móvil deberá permitir en el 90% de las veces que con un máximo de 4 clics sea suficiente para llegar a la información deseada. La aplicación cliente debe de ser usada sin necesidad de instrucciones ni ayuda externa, por lo tanto, debe ser de fácil manejo.

- **Mantenibilidad**

El código fuente de la aplicación móvil deberá respetar la arquitectura Clean (Clean Architecture), con los patrones de diseño Modelo Vista Presentador (MVP), Repository, Singleton y Adapter.

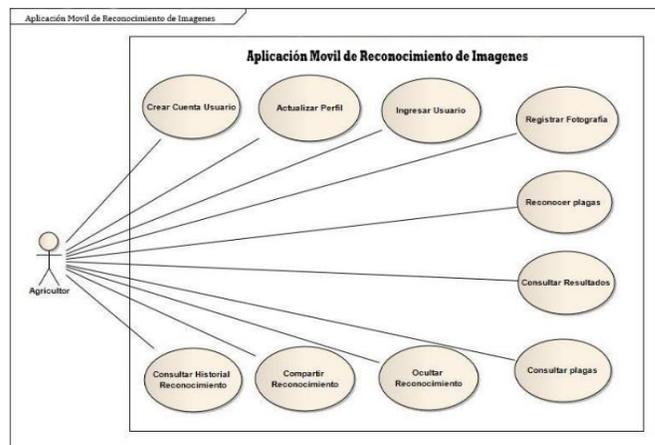


Fig. 1. Diagrama de casos de usos de la aplicación móvil
Elaboración propia de los autores

B. Fase 2: Diseño preliminar y análisis

En esta etapa se desarrolla todo el diseño del proyecto, para ello, se realizó la instalación del JDK versión 7, con un diseño con Material Design, empleando instrumentos de conocimiento artificial: como Clarifai y Redes Neuronales, enlazada a la base de datos en MySQL Cloud, la cual fue alojada en la nube de azure (Microsoft) y para conectarnos remotamente usamos HeidiSQL.

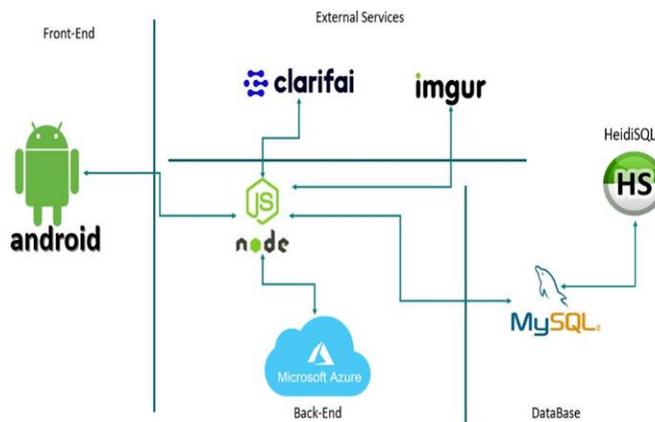


Fig. 2. Arquitectura del software

De ese modo se desarrolló la arquitectura de software, bajo la metodología ICONIX. Se utilizó como entorno multiplataforma Node.js, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación JavaScript, con la codificación vinculado a Android con 2 tipos: Android NDK y Android SDK.

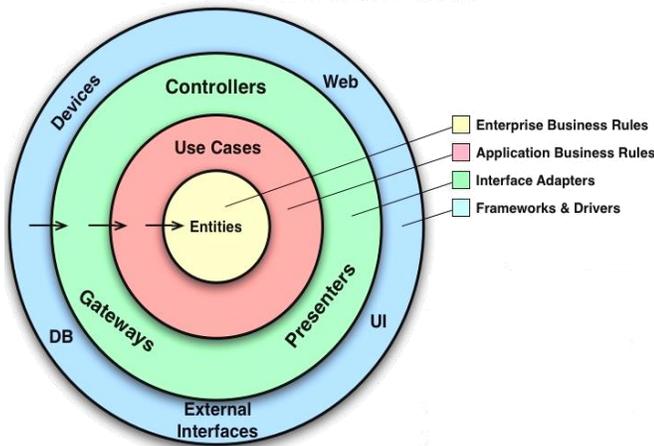


Fig. 3. Reglas de Dependencia Clean Architecture
Elaboración propia de los autores

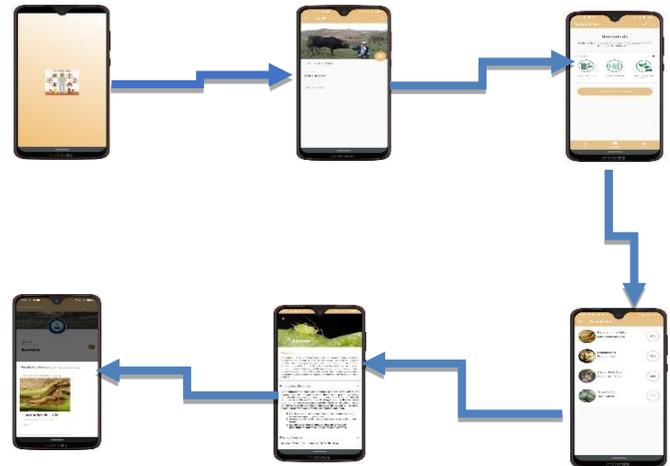


Fig. 6. Prototipos de la aplicación
Elaboración propia de los autores

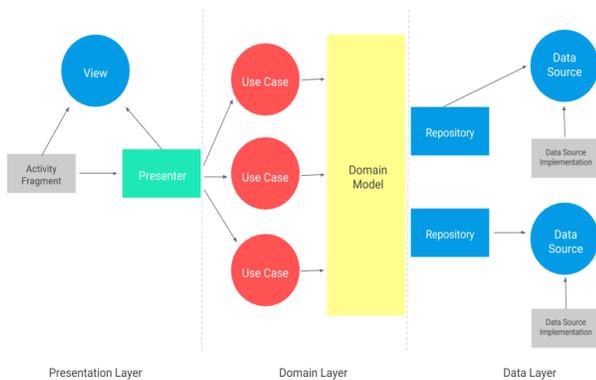


Fig. 4. Enfoque Arquitectónico
Elaboración propia de los autores

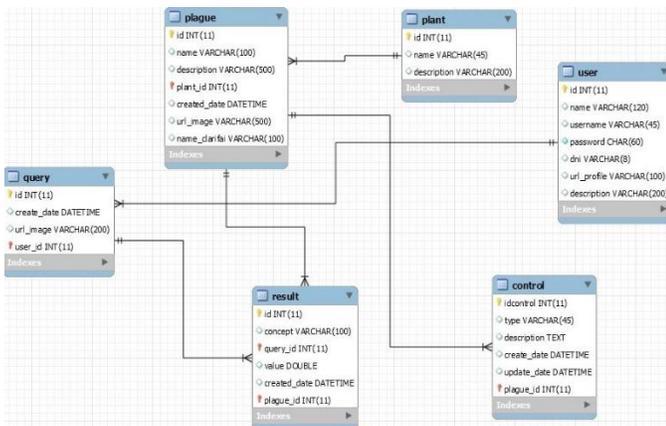


Fig. 5. Diagrama del diseño de la base de datos
Elaboración propia de los autores

De este modo se desarrollo la fase de diseño de la aplicación movil de reconocimiento de imagenes. En la arquitectura de software se utilizo como entorno multiplataforma Node.js, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación JavaScript, conectado al entorno de desarrollo de Android Studio, direccionando la informacion del aplicativo en MySQL Cloud, la cual fue alojada en la nube de azure (Microsoft) y para conectarnos remotamente usamos HeidiSQL y el servicio que permitira entrenar las imágenes de la plagas de papa es Clarifai (ver Fig.2). La lógica de dominio de la aplicación se dio mediante Reglas de Dependencia de Clean Architecture (ver Fig.3). El proceso mediante el cual se definio la secuencia de planeación, programación y control de la solución se dio a traves del Enfoque Arquitectónico (ver Fig.4). La representación gráfica de la base de datos se realizo a traves de MySQL Cloud (ver Fig.5).

Finalmente se elaboro los prototipos de la aplicación mediante el programa mockup (ver Fig.6.)

C. Fase 3: Diseño Detallado

En esta etapa se reconocen todos los elementos que forman parte de nuestra aplicación, añadiendo los detalles del diseño en el diagrama de clases y verificar si el diseño satisface todos los requisitos identificados también por otro lado el análisis del código, el grado de confiabilidad, seguridad y mantenibilidad.

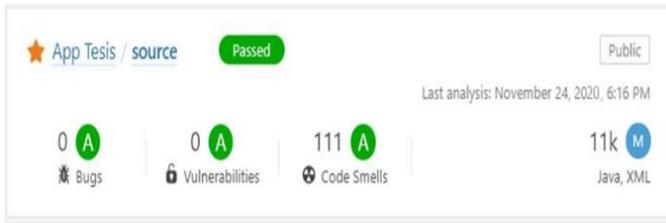


Fig. 7. Estadísticas generales - Análisis de código

D. Fase 4: Implementación

En esta fase a partir de buen diseño logrado se creará el software, que posteriormente se entregará.

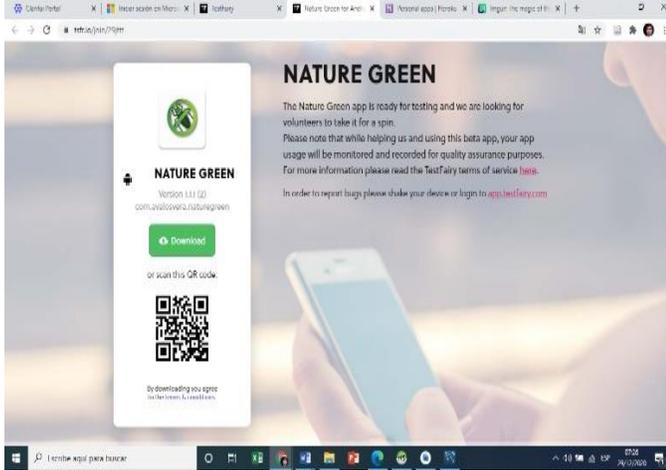


Fig. 12. Distribución de Nature Green – TestFairy

Se utilizó TestFairy como plataforma de prueba, para la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes, con el objetivo de poder validarlo en Android (ver Fig.12).

Se empleó la inteligencia Artificial Clarifai para lograr que la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes sea más automatizada. Clarifai se encarga de reconocer la imagen y buscar las coincidencias en la Base de Datos con las plagas registradas correctamente en conceptos, luego emite los resultados de ese reconocimiento. Para ello envía patrones distintos que abarca un conjunto de criterios y que solo puede inspeccionar los criterios que engloba, asignándole el tipo con sus características y lo prepara con sus correspondientes imágenes y concepciones, después de prepararlo, aplica el modelo para hacer los pronósticos sobre recientes datos que envía al usuario.

VI. RESULTADOS

A continuación, se muestran los indicadores utilizados en la investigación, con un nivel de confianza de los instrumentos a 95% y un error del 5%:

TABLA V
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Operacional	Indicador	Código
Aplicación móvil de reconocimiento de imágenes	Esta herramienta permitirá la identificación y control de plagas en la planta de papa. Se aplicarán pruebas funcionales con la técnica de caja negra y análisis de código estático con SonarQube para medir los estándares de calidad de la ISO 9126: funcionalidad, mantenibilidad, fiabilidad.	Análisis Estático de Código	AP01
		Pruebas Funcionales	AP02
		Funcionabilidad	AP03

Control de plagas	El control de plagas ayudará a aumentar la identificación rápida de plagas, reducir la duración de plagas, disminuir el porcentaje de incidencias en la planta de papa y aumentar el porcentaje de eficiencia en la planta de papa. Se medirá mediante una ficha de registro con una muestra de 25.	Tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa.	TIP
		Tiempo promedio de duración de plagas en la planta de papa.	TPD
		Porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa.	PIP
		Porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa.	PEAPP

Elaboración propia de los autores.

Indicador 1. Tiempo Promedio de Identificación de Plagas

El tiempo promedio de identificación de plagas en la planta de papa antes de la implementación de la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes fue de 10 minutos.

TABLA VI
TIEMPO PROMEDIO DE IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS
ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de plaga	Meses	Prom.
TIP	$\frac{\sum_{i=1}^n (TIP)i}{n}$	m	Insectos	Setiembre y Octubre	10 min

Elaboración propia de los autores.

El tiempo promedio de identificación de plagas en la planta de papa después de la implementación de la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes fue de 10 minutos.

TABLA VII
TIEMPO PROMEDIO DE IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS
DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de Plaga	Meses	Prom.
TIP	$\frac{\sum_{i=1}^n (TIP)i}{n}$	m	Insectos	Noviembre y Diciembre	3 min

Elaboración propia de los autores.

El resumen de los resultados del indicador; tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa, se muestra en la Tabla VIII.

TABLA VIII
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL INDICADOR 1

Indicador	Meses	Antes	Meses	Después	Variación
PVT	Setiembre y Octubre	10 min	Noviembre y Diciembre	3 min	7 min

Elaboración propia de los autores.

Se logro una reducción de 7 minutos en el indicador 1, de esta manera se puede afirmar que se redujo el tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa.

Se aceptó la hipótesis alterna con 95% de confianza, donde el aplicativo móvil reduce el tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa en la producción de Carabamba-Julcan, puesto que $T = 4,599 > 1,96$ así como $p(\text{Sig}) < 0.05$ y se rechaza la hipótesis nula.

Indicador 2. Tiempo Promedio de Duración de Plagas

El tiempo promedio de duración de plagas en la planta de papa antes de la implementación de la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes fue de 13 minutos.

TABLA IX
TIEMPO PROMEDIO DE DURACIÓN DE PLAGAS ANTES
DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de plaga	Meses	Prom.
TDPP	$\frac{\sum_{i=1}^n (TDPP)i}{n}$	m	Insectos	Septiembre y Octubre	13 min

Elaboración propia de los autores.

El tiempo promedio de duración de plagas en la planta de papa después de la implementación de la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes fue de 6 minutos.

TABLA X
TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE PLAGAS
DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de plaga	Meses	Prom.
TDPP	$\frac{\sum_{i=1}^n (TDPP)i}{n}$	m	Insectos	Noviembre y Diciembre	6 min

Elaboración propia de los autores.

El resumen de los resultados del indicador; tiempo promedio de duración de plagas en la planta de papa, se muestra en la Tabla XI.

TABLA XI
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL INDICADOR 2

Indicador	Meses	Antes	Meses	Después	Variación
PVT	Setiembre y Octubre	13 min	Noviembre y Diciembre	6 min	7 min

Elaboración propia de los autores.

Se logro una disminución de 7 minutos en el indicador 2, de esta manera se puede afirmar que se redujo el tiempo promedio de duración de plagas que afectan a la planta de papa.

Se acepta la hipótesis con 95% de confianza, donde el aplicativo móvil de reconocimiento de imágenes disminuye el tiempo promedio de duración de plagas que afectan a la planta de papa en la producción de Carabamba-Julcan, puesto que $T = 4,148 > 1,96$ así como $p(\text{Sig}) < 0.05$ y se rechaza la hipótesis nula.

Indicador 3. Porcentaje de incidencias de plagas

El porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa antes de la implementación de la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes fue de 41%.

TABLA XII
PORCENTAJE DE INCIDENCIAS DE PLAGAS
ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de plaga	Meses	Prom.
PIP	$\frac{NPAE}{NPTE} * 100$	%	Insectos	Setiembre y Octubre	41 %

Elaboración propia de los autores.

El porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa después de la implementación de la aplicación móvil de reconocimiento de imágenes fue de 19%.

TABLA XIII
PORCENTAJE DE INCIDENCIAS DE PLAGAS
DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de plaga	Meses	Prom.
PIP	$\frac{NPAE}{NPTE} * 100$	%	Insectos	Noviembre y Diciembre	19 %

Elaboración propia de los autores.

El resumen de los resultados del indicador; porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa, se muestra en la Tabla XIV.

TABLA XIV
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL INDICADOR 3

Indicador	Meses	Antes	Meses	Después	Variación
PVT	Setiembre y Octubre	41%	Noviembre y Diciembre	19%	22%

Elaboración propia de los autores.

Se logro una reduccion de 41 % a 19% en el indicador 3, de esta manera se puede afirmar que se redujo el porcentaje de incidencias de plagas que afectan a la planta de papa.

Se acepta la hipótesis con 95% de confianza, donde el aplicativo móvil donde el aplicativo móvil reduce el porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa en la producción de Carabamba-Julcan, puesto que $T = 3,835 > 1,96$ así como $p(\text{Sig}) < 0.05$ y se rechaza la hipótesis nula.

Indicador 4. Porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas

El porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa antes de la implementación de la aplicación movil de reconocimiento de imágenes fue de 9%.

TABLA XV
PORCENTAJE DE EFICIENCIA EN LA APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de plaga	Meses	Prom.
PIP	$\frac{Vt - Ve}{Vt} * 100$	%	Insectos	Setiembre y Octubre	9 %

Elaboración propia de los autores.

El porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa despues de la implementación de la aplicación movil de reconocimiento de imágenes fue de 48%.

TABLA XVI
PORCENTAJE DE EFICIENCIA EN LA APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Formula	U M	Tipo de plaga	Meses	Prom.
PIP	$\frac{Vt - Ve}{Vt} * 100$	%	Insectos	Setiembre y Octubre	48 %

Elaboración propia de los autores.

El resumen de los resultados del indicador; porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa, se muestra en la Tabla XVII.

TABLA XVII
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL INDICADOR 4

Indicador	Meses	Antes	Meses	Después	Variación
PVT	Setiembre y Octubre	9%	Noviembre y Diciembre	48%	39%

Elaboración propia de los autores.

Se logro un aumento de 9% a 48% en el indicador 4, de esta manera se puede afirmar que se aumento el porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa.

Se acepta la hipótesis alterna con un 95% de confianza, donde el aplicativo móvil de reconocimiento de imágenes aumenta el porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa de Carabamba-Julcan, puesto que $Z = -3,140 \leq -1,96$ así como el $p(\text{Sig}) < 0.05$ y se rechaza la hipótesis nula.

VII. DISCUSIÓN

En correspondencia a los resultados obtenidos en las hipótesis de los 4 indicadores, se acepta la hipótesis general donde la aplicación móvil de reconocimientos de imágenes mejora el control de plagas en la producción de papa de Carabamba-Julcan.

En cuanto al indicador de tiempo promedio de identificación de plagas, se obtuvieron antes y después de la implementación un promedio de 10 y 3 minutos respectivamente, lo cual significó una disminución de 7 minutos en el tiempo promedio de identificación de plagas en la planta de papa. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Carmona [6]. quienes al realizar una recolecta de muestras, en áreas del cultivo de papa, obtuvieron como resultado una disminución de 15 minutos en la evaluación de plantas de papa enfermas por surcos. El tiempo promedio de identificación de plagas representa para las autoridades e investigadores agrícolas el gran reto, de poder encontrar alternativas rápidas de solución [5].

Para el indicador de tiempo promedio de duración de plagas, se obtuvieron antes y después de la implementación un promedio de 13 y 6 minutos respectivamente, lo cual significó una disminución de 7 minutos. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Quezada [8]. Quien al aplicar residuos agrícolas para el control de la plaga gusano blanco de la papa, obtuvo como resultado una disminución de 12 minutos de duración del gorgojo de los andes y con la eliminación temprana de este insecto, se mejoró la producción de papa en temporadas de cultivo. El tiempo promedio de duración de plagas en la planta de papa causaron daños en los cultivos de papa, alrededor del 20% en la fase de floración y 30 % después de la cosecha [4].

En cuanto al indicador del porcentaje de incidencias de plagas, se obtuvieron antes y después de la implementación un promedio de 41% y 19% respectivamente, lo cual significó una disminución de 19%. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Nauñay y Tipantuña [7]. Quien, al evaluar el deterioro causado por la polilla de la papa, obtuvo como resultado un aumento del 50% de incidencia de polilla de papa, demostrando un mayor número de tubérculos afectados por esta plaga. El aumento de porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa, ocasiona una afectación del 40% de los sembríos dentro del sector agrícola [1].

Para el indicador de aumentar el porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas, se obtuvieron antes y después de la implementación un promedio de 9% y 48% respectivamente, lo cual significó un incremento de 39%. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Caballero [10]. Quien, al experimentar nuevas perspectivas para el control de plagas, ajustado correctamente a las exigentes normativas internacionales, obtuvo como resultado un aumento del 70% de eficiencia en sustancias que destacaron como alternativas ambientalmente amigables para el control de plagas. El porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa, ha sido una enorme ayuda en el incremento de la productividad agraria, considerándolo como un procedimiento certero y sostenible contra las plagas [2].

VIII. CONCLUSIONES

En conclusión, de acuerdo a los objetivos, se pudo determinar que con la aplicación móvil de reconocimientos de imágenes se mejoró el control de plagas en la producción de papa de Carabamba-Julcan, habiendo escogido a 25 plagas de papa para la investigación.

Se logró reducir el tiempo promedio de identificación de plagas que afectan a la planta de papa, esto se demostró con la prueba paramétrica de T-student, dando un valor calculado de $t=4,599$, con este resultado se confirma la aceptación de la hipótesis alterna y obteniendo un resultado de 10 minutos antes de la implementación del aplicativo móvil de reconocimiento de imágenes y 3 minutos después de la implementación, lo que significó que redujo a 7 minutos.

Se logró disminuir el tiempo promedio de duración de plagas que afectan a la planta de papa, esto se demostró con la prueba paramétrica de T-student, dando un valor calculado de $t=4,148$, con este resultado se confirma la aceptación de la hipótesis alterna y obteniendo un resultado de 13 minutos antes de la implementación del aplicativo móvil de reconocimiento de imágenes y 6 minutos después de la implementación, lo que significó que disminuyó a 7 minutos.

Se logró reducir el porcentaje de incidencias de plagas en la planta de papa, esto se demostró con la prueba paramétrica de T-student, dando un valor calculado de $t=3,835$, con este resultado se confirma la aceptación de la hipótesis alterna y obteniendo un resultado de 41% antes de la implementación del aplicativo móvil de reconocimiento de imágenes y un 19% después de la implementación, lo que significó que redujo al 22%.

Se logró aumentar el porcentaje de eficiencia en la aplicación de plaguicidas en la planta de papa, esto se demostró con la prueba no paramétrica de wilcoxon, dando un valor calculado de $z=-3,140$, con este resultado se confirma la aceptación de la hipótesis alterna y obteniendo un resultado de 9% antes de la implementación del aplicativo móvil de reconocimiento de imágenes y un 48% después de la implementación, lo que significó que aumentó al 39%.

IX. AGRADECIMIENTO

Los autores quieren agradecer a Dios por guiarnos en cada paso, por otra parte, a la universidad Cesar Vallejo por brindarnos una educación de calidad, igualmente agradecemos a nuestros familiares por su apoyo incondicional y esfuerzo para poder cumplir cada meta propuesta y para terminar a los docentes y asesores por los conocimientos brindados y experiencias como guía del desarrollo de investigación.

X. REFERENCIAS

- [1] FAO, 2020. FAO - Noticias: La FAO presenta 2020 como Año Internacional de la Sanidad Vegetal. [en línea]. [Consulta: 30 julio 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/1253562/icode/>.
- [2] ISPP, 2019. La carga global de patógenos y plagas en los cultivos alimentarios. [en línea]. [Consulta: 31 julio 2020]. Disponible en: <https://mundoagropecuario.com/la-carga-global-de-patogenos-y-plagas-en-los-cultivos-alimentarios/>.
- [3] GRAMAGLIA, C.I., 2019. Manejo agroecológico de un cultivo de papa en Traslasierra. Resultados productivos y económicos de una fertilización orgánica. En: Accepted: 2019-12-20T17:40:18Z [en línea]. info:ar-repo/semantics/informe_técnico. S.I.: AER Villa Dolores, INTA. [Consulta: 26 abril 2020]. Disponible en: <http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/6554>.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, 2018. Producción de papa se incrementó 3,7% en febrero del presente año. [en línea]. [Consulta: 4 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-se-incremento-37-en-febrero-del-presente-ano-10708/>.
- [5] LORENZO, D.R.V., 2014. La Biofumigación Y La Solarización Como Alternativas Al Manejo De Plagas Del Suelo. Ciencia en su PC [en línea], no. 1, pp. 15-26. [Consulta: 16 mayo 2020]. ISSN 1027-2887,. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181331235002>.
- [6] CARMONA, L.E.V., 2017. El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. Journal of the Selva Andina Biosphere, vol. 5, no. 2, pp. 67-69. ISSN 2308-3859, 2308-3867.
- [7] ÑAUNAY ILBAY, M.F. y TIPANTUÑA CÓRDOVA, L.G., 2013. Artículo Científico- Análisis de eficiencia en algoritmos de reconocimiento de imágenes digitales aplicables a dispositivos móviles bajo la plataforma Android .-. En: Accepted: 2014-03-08T19:02:12Z [en línea], [Consulta: 9 julio 2020]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/7770>.

- [8] QUEZADA-SARMIENTO, P.A., 2017. Implementación de una solución web y móvil para la gestión vehicular basada en Arquitectura de Aspectos y metodologías ágiles: Un enfoque educativo de la teoría a la práctica. , DOI 10.17013/RISTI.25.98-111.
- [9] Material, Design. 2019. El Android Libre. [En línea] 2019. <https://elandroidelibre.espanol.com/2014/11/que-es-material-design.html>.
- [10] T CABALLERO, L.P., 2015. Comparación de Redes Neuronales aplicadas a la predicción de Series de Tiempo. PROSPECTIVA [en línea], vol. 13, no. 2, pp. 88-95. [Consulta: 3 mayo 2020]. ISSN 1692-8261, 2216-1368. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250642011>.
- [11] CLARIFAI, 2019. Train AI Models Fast | Build Custom AI Apps Easily with Clarifai Train. [en línea]. [Consulta: 3 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.clarifai.com/model>.
- [12] ANDROID DEVELOPERS, 2019b. Descripción general de RenderScript | Desarrolladores de Android. Android Developers [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2020]. Disponible en: <https://developer.android.com/guide/topics/renderscript/compute?hl=es-419>.
- [13] Núñez Zavala, Christian Xavier. 2017. La Referencia. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [En línea] Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7223>.
- [14] Paredes Coque, Edith Carmen. 2017. La Referencia. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. [En línea] UNJBG-Institucional, 2017. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1553>.