



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y**  
**APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL MEDIANTE ALGORITMOS DE RECOMENDACIÓN PARA EL MONITOREO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACIA L.VAR.ITÁLICA) EN LA HACIENDA SAN ANTONIO, PARROQUIA POALÓ, DEL CANTÓN LATACUNGA.**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**AUTORES:**

Doris Janeth Farinango Sopalo

Edwin Fernando Gutierrez Tasinchana

**TUTOR:**

Ing. Mtr. Cantuña Flores Karla Susana

**LATACUNGA, AGOSTO 2024**



### DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Farinango Sopalo Doris Janeth, con cédula de ciudadanía No. 1050094828, Gutierrez Tasinchana Edwin Fernando, con cédula de ciudadanía No. 0504232869 declaramos ser autores de la presente **PROPUESTA TECNOLÓGICA: “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL MEDIANTE ALGORITMOS DE RECOMENDACIÓN PARA EL MONITOREO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACIA L.VAR.ITÁLICA) EN LA HACIENDA SAN ANTONIO, PARROQUIA POALÓ, DEL CANTÓN LATACUNGA”**, siendo la Ing. Mtr. Karla Susana Cantuña Flores, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2024

Farinango Sopalo Doris Janeth

C.C: 1050094828

Gutierrez Tasinchana Edwin Fernando

C.C: 0504232869



### **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Propuesta Tecnológica sobre el título:

“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL MEDIANTE ALGORITMOS DE RECOMENDACIÓN PARA EL MONITOREO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI(BRASSICA OLERACIA L.VAR.ITÁLICA) EN LA HACIENDA SAN ANTONIO, PARROQUIA POALÓ, DEL CANTÓN LATACUNGA”, de Farinango Sopalo Doris Janeth y Gutierrez Tasinchana Edwin Fernando, de la carrera de Sistemas de Información, considero que dicha Propuesta Tecnológica cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2024

Ing.Mtr.Karla Cantuña Flores

C.C: 0502305113

**TUTORA**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

### APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: Farinango Sopalo Doris Janeth y Gutierrez Tasinchana Edwin Fernando con el título de Proyecto de titulación: DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL MEDIANTE ALGORITMOS DE RECOMENDACIÓN PARA EL MONITOREO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DEL BRÓCOLI (BRASSICA OLERACIA L.VAR.ITÁLICA) EN LA HACIENDA SAN ANTONIO, PARROQUIA POALÓ, DEL CANTÓN LATACUNGA, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

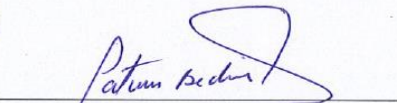
Latacunga, agosto 2024

Para constancia firman:



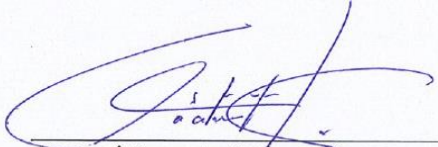
Mgs. Diego Geovanny Falconi Punguil  
CC: 0550080774

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



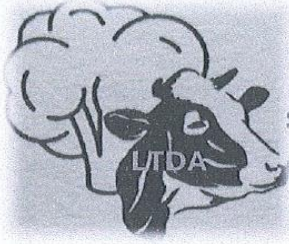
Mgs. Edison Patricio Bedón Salazar  
CC: 0502253271

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Dr. José Augusto Cadena Moreano  
CC: 0501552798

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**



SOCIEDAD AGRICOLA GANADERA TAPIA PUENTE CIA

AGRIGATAPIA CIA LTDA

Latacunga 20 de agosto del 2024

## CERTIFICADO

### AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente pongo a consideración que los estudiantes Farinango Sopalo Doris Janeth, Gutierrez Tasinchana Edwin Fernando realizaron su tesis a beneficio de la Hacienda San Antonio con el tema: “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL MEDIANTE ALGORITMOS DE RECOMENDACIÓN PARA EL MONITOREO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRSSICA OLERACIA L.VAR.ITÁLICA) EN LA HACIENDA SAN ANTONIO, PARROQUIA POALÓ, DEL CANTÓN LATACUNGA”, trabajo que fue presentado y probado de manera satisfactoria.

AGRIGATAPIA CIA. LTDA.

ING. GERMAN TAPIA F.  
**GERENTE GENERAL**  
AGRIGATAPIA CIA LTDA

---

**Dirección: Poaló – Latacunga Hacienda San Antonio camino principal**

**Telf.: 593- 0994507833**



### **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, agradezco a Dios por darme las fuerzas, valentía y la sabiduría para superar cada obstáculo y continuar en este camino y seguir adelante.*

*Agradezco eternamente a Clara María Sopalo, mi madre, por ser la fuente inagotable de amor, apoyo y sacrificio. Gracias por ser mi guía, mi inspiración y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Este logro es tanto suyo como mío.*

*A mi familia y amigos que han estado presentes en este largo camino, dándome siempre su apoyo y palabras de aliento para lograr cumplir mi meta y no rendirme.*

*A los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme sus conocimientos y experiencia durante mi formación académica.*

**Doris Farinango**



### **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, agradezco a Dios por darme las fuerzas y valentía para seguir adelante.*

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres Carlos Gutierrez y Patricia Tasinchana, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida y mi mayor fuente de motivación. A mis abuelos y tías por su influencia positiva y por demostrarme con su ejemplo que los sueños se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación. También a mi hermana que me ha apoyado a lo largo de todos estos años.*

*A Johana por su amor incondicional y por ser mi compañera en cada paso de este viaje brindándome la fortaleza y la inspiración para superar cualquier obstáculo.*

*Agradezco también a todos los que han contribuido directa o indirectamente en el desarrollo de esta tesis, a mi tutora y amigos quienes me han ofrecido su apoyo y consejos. Gracias a todos por ser parte fundamental de mi vida y de este proyecto.*

**Edwin Gutierrez**



### ***DEDICATORIA***

*Quiero expresar mi profunda gratitud a Clara María Sopalo, mi madre, cuyo amor y sacrificio incansable han sido la fuerza que ha guiado cada uno de mis pasos, su apoyo ha sido muy importante en mi vida, brindándome siempre la motivación necesaria para nunca rendirme.*

*A mi hermano, Gabriel Tapia y mi cuñada María Guamangate, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y su fe inquebrantable en mí. Su presencia ha sido un motor que me ha impulsado a superar cada desafío, recordándome siempre la importancia de la perseverancia y el esfuerzo.*

*A mis hermanos, quienes con su compañía y amor han iluminado mi camino, enriqueciendo cada logro con su respaldo incondicional.*

***Doris Farinango***



### **DEDICATORIA**

*Este proyecto va dedicado a mis queridos padres, cuyo amor incondicional ha sido la luz que guía cada paso de mi vida. Su sabiduría, sacrificio y fe en mí me ha dado la fortaleza para superar cada desafío que se me ha presentado hasta lograr alcanzar mis sueños. A mis abuelos y tías por sus enseñanzas y consejos que ayudaron a nunca rendirme. A mi hermana, por ser mi confidente y mi fuerza en los momentos difíciles, siempre con una sonrisa y un gesto de apoyo. A Johana por ser mi refugio y mi apoyo constante, que me ha llevado a superar cada desafío.*

*Esta tesis es un homenaje a cada uno de ustedes quienes me han brindado su apoyo en cada momento de este camino. También está dedicada a aquellos que, aunque no estén presentes en mi vida de la manera que había soñado, siempre ocupan un lugar especial en mi corazón. Con todo mi amor y agradecimiento, les dedico este logro.*

**Edwin Gutierrez**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TITULO:** “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL MEDIANTE ALGORITMOS DE RECOMENDACIÓN PARA EL MONITOREO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACIA L.VAR.ITÁLICA) EN LA HACIENDA SAN ANTONIO, PARROQUIA POALÓ, DEL CANTÓN LATACUNGA”

**Autores:**

Farinango Sopalo Doris Janeth

Gutierrez Tasinchana Edwin Fernando

**RESUMEN**

El presente proyecto de propuesta tecnológica tiene como objetivo el desarrollo de una aplicación móvil innovadora para el control y manejo eficiente de plagas en el cultivo de brócoli en la Hacienda San Antonio, ubicada en la parroquia Poaló. Este desarrollo utiliza las capacidades avanzadas de la Inteligencia Artificial, combinadas con algoritmos de recomendación, para mejorar significativamente la detección temprana y el control efectivo de plagas. La implementación de esta solución tecnológica busca impactar de manera directa en el aumento de la productividad agrícola. El proceso de desarrollo de la aplicación móvil se llevó a cabo utilizando la metodología Mobile-D, conocida por su enfoque ágil y adaptativo en el desarrollo de aplicaciones móviles. Para el entrenamiento del modelo de Inteligencia Artificial, se aplicó la metodología KDD que permite extraer conocimiento relevante de grandes volúmenes de datos. Google Colab como plataforma de desarrollo, que ofrece un entorno flexible y escalable para el procesamiento de datos y el entrenamiento del modelo. En cuanto al desarrollo de la aplicación, se utilizó Flutter en el entorno de Visual Studio Code, lo que permitió una integración fluida de las funcionalidades de la aplicación. Además, se hizo uso de la biblioteca TensorFlow, junto con técnicas avanzadas de MobileNetV2, para implementar el modelo de Inteligencia Artificial en dispositivos móviles, garantizando así un alto rendimiento y eficiencia en el reconocimiento de plagas.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, algoritmos de recomendación, TensorFlow, MobileNetV2, Google Colab.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI  
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**THEME:** “DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION USING RECOMMENDATION ALGORITHMS FOR PEST MONITORING IN BROCCOLI CULTIVATION (BRASSICA OLERACIA L.VAR.ITÁLICA) IN THE SAN ANTONIO HACIENDA, POALÓ PARISH, LATACUNGA CANTON”

**Authors:**

Farinango Sopalo Doris Janeth

Gutierrez Tasinchana Edwin Fernando

**ABSTRACT**

The objective of this technological proposal project is to develop an innovative mobile application for the efficient control and management of pests in broccoli cultivation at San Antonio Farm, located in Poaló parish. This development uses advanced Artificial Intelligence capabilities, combined with recommendation algorithms, to significantly enhance early detection and effective pest control. The implementation of this technological solution aims to impact the increase in agricultural productivity directly. The mobile application development process was held using the Mobile-D methodology, known for its agile and adaptive approach to mobile app development. For training the Artificial Intelligence model, the KDD methodology was applied, enabling the extraction of relevant knowledge from large volumes of data. Google Colab was used as the development platform, offering a flexible and scalable environment for data processing and model training. Regarding the app development, Flutter was used within the Visual Studio Code environment, allowing for seamless integration of the application's functionalities. Furthermore, the TensorFlow library, along with advanced MobileNetV2 techniques, was utilized to implement the Artificial Intelligence model on mobile devices, ensuring high performance and efficiency in pest recognition.

**Keywords:** Artificial Intelligence, recommendation algorithms, TensorFlow, MobileNetV2, Google Colab.



## ÍNDICE GENERAL

1	INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	3
2.1	OBJETIVOS .....	5
2.1.1	OBJETIVO GENERAL .....	5
2.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
2.2	TAREAS POR OBJETIVOS .....	5
3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
3.1	3.1 Aplicativo Móvil.....	7
3.1.1	Tipos de Aplicaciones Móviles .....	7
3.1.2	Plataformas Móviles IOS vs Android.....	8
3.1.3	Herramientas Tecnológicas para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles .....	8
3.1.3.1	Flutter .....	8
3.1.3.2	Xcode.....	8
3.1.3.3	Visual Studio Code .....	9
3.1.3.4	Android Studio .....	9
3.1.3.5	Xamarin.....	9
3.1.3.6	React Native .....	9
3.1.4	Lenguajes de Programación.....	10
3.1.4.1	Swift.....	10
3.1.4.2	Kotlin.....	10
3.1.4.3	Java.....	11
3.1.4.4	Dart .....	11
3.1.5	Metodologías para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles.....	11
3.1.5.1	Mobile-D .....	11
3.1.5.1.1	Fases de la Metodología Mobile-D.....	12
3.2	Aprendizaje Profundo .....	12
3.2.1	Redes Neuronales .....	12
3.2.1.1	Redes Neuronales Convolucionales (CNN).....	13
3.2.1.2	Redes Neuronales Transformer .....	13



3.2.2	Arquitecturas .....	13
3.2.2.1	Modelo ResNet 50.....	13
3.2.2.2	Modelo Inception V3.....	14
3.2.2.3	Modelo VGG19 .....	14
3.2.2.4	Modelo EfficientNet.....	15
3.2.2.5	Modelo MobileNet.....	16
3.2.2.6	Modelo AlexNet.....	17
3.2.2.7	Modelo Google Net.....	18
3.3	Sistemas de Recomendación.....	19
3.3.1	Tipos de Sistemas de Recomendación.....	19
3.3.1.1	Filtrado Colaborativo .....	19
3.3.1.2	Filtrado Basado en Contenido.....	19
3.3.1.3	Sistemas Híbridos .....	19
3.3.1.4	Filtrado Demográfico .....	19
3.3.1.5	Sistemas de Recomendación Contextuales.....	20
3.3.2	Componentes de un Sistema de Recomendación .....	20
3.3.3	Métricas de Evaluación .....	21
3.3.3.1	Métricas de Precisión .....	21
3.3.3.2	Métricas de Clasificación .....	21
3.3.3.3	Métricas de Cobertura .....	21
3.3.3.4	Métricas de Novedad.....	22
3.3.3.5	Métricas Comerciales .....	22
3.3.3.6	Métrica de Arranque en Frío.....	22
3.3.4	Algoritmos de Recomendación .....	22
3.3.4.1	Algoritmo de Recomendación Basado en Vecinos (filtrado colaborativo Filtrado colaborativo basado en contenido).....	22
3.3.4.2	Algoritmo de Recomendación de Vecinos (filtrado colaborativo basado en usuarios).....	23
3.3.4.3	Algoritmo de Recomendación de Matriz de Confusión.....	23
3.3.4.4	Algoritmo de Recomendación de Regresión Línea .....	23
3.4	Tecnología y Agricultura .....	23
3.4.1	Tecnologías Aplicadas a la Agricultura.....	23
3.4.2	Ventajas de la Implementación Tecnológica.....	24
3.5	Brócoli.....	24



3.5.1	Importancia de la Plantación del Brócoli .....	24
3.5.2	Variedades del Brócoli .....	25
3.5.2.1	Brócoli Legacy.....	25
3.5.2.2	Brócoli Avengers .....	25
3.5.2.3	Brócoli Marathon.....	26
3.5.3	Tipos de plagas .....	26
3.5.3.1	“Gusano Trozador” (Agrotis ípsilon) .....	26
3.5.3.2	“Polilla de las crucíferas” (Plutella xylostela).....	27
3.5.3.3	“Pulgón” (Brevicoryne brassicae) .....	27
3.5.3.4	“Hylemia” .....	28
3.5.4	Tratamientos de plagas más comunes .....	28
3.5.4.1	Métodos Tradicionales .....	28
3.5.4.2	3.5.4.2 Método Moderno Propuesto.....	28
3.5.5	Beneficios de la identificación de plagas en etapa temprana .....	28
3.6	Hacienda San Antonio .....	30
4	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	31
4.1	Tipos de Investigación .....	31
4.1.1	Investigación bibliográfica .....	31
4.1.2	Investigación de campo .....	31
4.1.3	Investigación tecnológica .....	31
4.2	Técnicas de investigación .....	31
4.2.1	Revisión bibliográfica.....	31
4.2.2	Encuesta.....	32
4.3	Instrumentos de investigación.....	32
4.3.1	Ficha bibliográfica.....	32
4.3.2	Cuestionario.....	32
4.4	Población y muestra.....	33
4.4.1	Población .....	33
4.4.2	Muestra .....	33



4.5	Técnica de cálculo de estimación del costo del software .....	33
4.5.1	COCOMO.....	33
4.6	Metodología de desarrollo .....	33
4.6.1	Mobile-D .....	33
4.6.1.1	Fase de exploración.....	34
4.6.1.2	Fase de inicialización.....	34
4.6.1.3	Fase de producción .....	34
4.6.1.4	Fase de estabilización.....	34
4.6.1.5	Fase de pruebas.....	34
4.6.2	Metodología KDD .....	34
4.6.2.1	Fase de Recopilación de datos .....	35
4.6.2.2	Fase de Preprocesamiento de datos .....	35
4.6.2.3	Fase de Transformación de datos .....	35
4.6.2.4	Fase de Minería de datos .....	35
4.6.2.5	Fase de Evaluación de patrones.....	35
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	35
5.1	Resultados de la encuesta aplicada .....	35
5.1.1	¿Cuál es su edad?.....	35
5.1.2	¿Cuál es su género? .....	36
5.1.3	¿Cuál es su nivel educativo?.....	37
5.1.4	¿Cuál es su cargo en la hacienda brocolera? .....	38
5.1.5	¿Cuántos años de experiencia tiene trabajando en el cultivo de brócoli? .....	39
5.1.6	¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la hacienda brocolera en relación con el monitoreo de plagas? .....	40
5.1.7	¿Cuáles son las principales plagas que afectan en el cultivo de brócoli en la Hacienda San Antonio? .....	41
5.1.8	¿Qué métodos se utilizan actualmente en la Hacienda San Antonio para detectar plagas? .....	42
5.1.9	¿Ha utilizado alguna aplicación móvil para el monitoreo de plagas en el pasado? .....	43



5.1.10	En caso de adquirir una aplicación móvil. ¿Qué características le gustaría que tuviera la aplicación móvil para el monitoreo de plagas? .....	44
5.1.11	¿Con qué frecuencia usaría una aplicación móvil para el monitoreo de plagas? .....	46
5.1.12	¿Qué dispositivos utilizaría para acceder a la aplicación móvil? .....	47
5.1.13	¿Cuáles son las principales fuentes de información que utilizan actualmente para el manejo de plagas? .....	47
5.2	Aplicación de la Metodología Mobile-D .....	48
5.2.1	Fase de Exploración.....	48
e)	Requisitos no funcionales.....	51
5.2.2	Fase de inicialización.....	52
5.2.2.1	Configuración del entorno de desarrollo.....	52
5.2.2.2	Preparación del entorno de desarrollo.....	53
5.2.2.3	Diagrama de caso de Uso .....	54
5.2.2.3.1	Diagrama General .....	54
5.2.2.3	Diseño de la aplicación .....	59
5.2.2.4	Esquema de entrenamiento del algoritmo .....	60
5.2.2.5	Diseño de clase Aplicación-Modelo .....	60
5.2.2.6	Esquema de navegación del usuario.....	60
5.2.3	Fase de producción .....	61
5.2.4	Fase de estabilización .....	64
5.2.5	Fase de pruebas.....	66
5.3	Resultados de la metodología KDD.....	68
5.3.1	Fase de recopilación de datos .....	68
5.3.2	Fase de Preprocesamiento de datos .....	69
5.3.3	Fase de Transformación de datos .....	69
5.3.4	Fase de Minería de datos .....	69
5.3.4.1	MobileNetV2.....	69
5.3.5	Fase de Evaluación de patrones.....	70
5.3.5.1	Métricas de predicción .....	70
5.3.5.2	Matriz de confusión.....	70



5.3.5.3	Curva Roc .....	71
5.3.5.4	Resultado de la predicción.....	71
5.3.5.4.1	Algoritmo Utilizado .....	72
5.4	Costo del software.....	73
5.4.1	Estimación de la cantidad de instrucciones .....	73
5.4.2	Estimación del esfuerzo.....	73
5.4.3	Estimación del tiempo de desarrollo .....	73
5.4.4	Estimación del personal necesario.....	74
5.4.5	Estimación de productividad .....	74
5.4.6	Estimación del coste .....	74
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	74
6.1	Conclusiones .....	74
6.2	Recomendaciones .....	75
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tarea por objetivos .....	5
Tabla 2 Cuadro de control biológico .....	29
Tabla 3 Cuadro de control químico .....	29
Tabla 4 Revisión bibliográfica.....	32
Tabla 5 Ficha bibliográfica .....	32
Tabla 6 Población .....	33
Tabla 7 Primera pregunta.....	35
Tabla 8 Segunda pregunta.....	36
Tabla 9 Tercera pregunta .....	37
Tabla 10 Cuarta pregunta.....	38
Tabla 11 Quinta pregunta .....	39
Tabla 12 Sexta pregunta .....	40
Tabla 13 Séptima pregunta .....	41
Tabla 14 Octava pregunta .....	42
Tabla 15 Novena pregunta.....	43
Tabla 16 Décima pregunta.....	44
Tabla 17 Onceava pregunta .....	46
Tabla 18 Doceava pregunta .....	47
Tabla 19 Treceava pregunta.....	47
Tabla 20 Definiciones de grupos de interés.....	49
Tabla 21 Equipo cliente .....	49
Tabla 22 Información del proyecto.....	50
Tabla 23 Requisitos Funcionales .....	50
Tabla 24 Requisitos No Funcionales .....	51
Tabla 25 Recursos de hardware .....	52
Tabla 26 Recursos de Software .....	53
Tabla 27 Caso de uso detallado ingreso a la interfaz principal .....	54
Tabla 28 Caso de uso detallado capturar foto con la cámara del celular.....	55
Tabla 29 Caso de caso de uso detallado ingreso a la galería seleccionar fotografía .....	56
Tabla 30 Visualizar resultados.....	57
Tabla 31 Consultar historial de plagas.....	58
Tabla 32 Fase de pruebas.....	66



Tabla 33 Fase de recopilación de datos .....	68
Tabla 34 Tabla comparativa .....	71



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases de la Metodología Mobile-D .....	12
Figura 2 Modelo RestNet 50 [19].....	14
Figura 3 Modelo Inception V3 [20].....	14
Figura 4 Modelo VVG19 [21].....	15
Figura 5 Modelo EfficientNet [22].....	16
Figura 6 Modelo MobileNet [23] .....	17
Figura 7 Modelo AlexNet [24] .....	18
Figura 8 Mobile GoogleNet [25].....	18
Figura 9 Brócoli Legacy .....	25
Figura 10 Brócoli Avengers .....	25
Figura 11 Brócoli Marathon .....	26
Figura 12 “Gusano Trozador” (Agrotis ípsilon).....	26
Figura 13” Polilla de las crucíferas” (Plutella xylostela) .....	27
Figura 14 “Pulgón” (Brevicoryne brassicae).....	27
Figura 15 “Hylemia” .....	28
Figura 16 Hacienda San Antonio.....	30
Figura 17 Primera pregunta .....	36
Figura 18 Segunda pregunta .....	37
Figura 19 Tercer pregunta .....	38
Figura 20 Cuarta pregunta .....	39
Figura 21 Quinta pregunta.....	39
Figura 22 Sexta pregunta.....	41
Figura 22 Séptima pregunta.....	42
Figura 23 Octava pregunta .....	43
Figura 24 Novena pregunta .....	44
Figura 25 Décima pregunta .....	45
Figura 26 Onceava pregunta.....	46
Figura 27 Doceava pregunta.....	47
Figura 28 Treceava pregunta .....	48
Figura 30 Diagrama de caso de Uso.....	54
Figura 31 Diseño de la aplicación .....	59
Figura 32 Esquema de entrenamiento del algoritmo .....	60



Figura 33	Diseño de clase de aplicación-modelo .....	60
Figura 34	Esquema de navegación del usuario .....	60
Figura 35	Interfaz de inicio .....	61
Figura 36	Interfaz de mensaje de bienvenida .....	61
Figura 37	Interfaz de menú de opciones.....	62
Figura 38	Interfaz de toar o seleccionar una foto .....	62
Figura 39	Interfaz d análisis de respuesta.....	63
Figura 40	Interfaz de historial .....	63
Figura 41	Configuración de versión y dependencias.....	64
Figura 42	Página principal Home .....	64
Figura 43	SecondPage .....	65
Figura 44	Opciones a elegir por el usuario .....	65
Figura 45	Creación de los archivos.Dart .....	66
Figura 46	Mensaje de reconocimiento.....	66
Figura 47	Fase de Preprocesamiento de datos.....	69
Figura 48	Fase de minería de datos, Instalación de recursos esenciales .....	70
Figura 49	Fase de evaluación de patrones, matriz de confusión .....	70
Figura 50	Fase de evaluación de patrones, curva roc .....	71



## 1 INFORMACIÓN GENERAL

- **Título del proyecto:**

Desarrollo de una aplicación móvil mediante algoritmos de recomendación para el monitoreo de plagas en el cultivo de brócoli (*Brassica Oleracea L.Var.Itálica*) en la Hacienda San Antonio, parroquia Poaló, del cantón Latacunga.

- **Fecha de inicio:**

Abril 2024

- **Fecha de finalización:**

Agosto 2024

- **Lugar de ejecución:**

Hacienda San Antonio, Poaló

- **Facultad:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA

- **Carrera:**

Sistemas de Información

- **Proyecto de investigación vinculado:**

No aplica

- **Docente tutor propuesto:**

Ing.Mtr.Cantuña Flores Karla Susana

- **Área de Conocimiento:**

Código de correspondiente UNESCO. 06 información y Comunicación (TIC) / 061 Información y Comunicación (TIC) / 0613 Software y Desarrollo y Análisis de aplicativos.

- **Línea de investigación:**

Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)



- **Sub líneas de investigación:**

Ciencias informáticas para la modelación de Sistemas a través del desarrollo de software.



## 2 INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, la agricultura ha sido la piedra angular del desarrollo y supervivencia de las civilizaciones. En los últimos años, este sector ha experimentado una importante modernización, con avances sustanciales en sus métodos de producción. El principal objetivo de esta evolución ha sido aumentar la productividad de los cultivos para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos. En este contexto, la implementación de tecnologías innovadoras en la agricultura ha sido fundamental para optimizar la producción y garantizar la seguridad alimentaria.

El brócoli, un cultivo de gran importancia a nivel mundial por su alto valor nutricional y consumo generalizado, enfrenta un desafío crucial: las plagas que afectan su producción y generan pérdidas económicas considerables [1]. El seguimiento y control eficaz de estas plagas es esencial para garantizar un cultivo sano y productivo.

Tradicionalmente, el seguimiento y control de plagas en el brócoli se ha realizado de forma manual, empleando inspecciones visuales y trampas. Sin embargo, estos métodos presentan limitaciones importantes: son lentos, costosos e ineficaces.

En Ecuador la producción de brócoli se concentra principalmente en pequeños y medianos productores, generando miles de empleos directos e indirectos [2]. Esta realidad exige soluciones innovadoras que optimicen el manejo de plagas en este sector, impulsando la productividad y rentabilidad de los agricultores.

Como respuesta a esta necesidad, el presente proyecto de tesis propone el desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de plagas en el cultivo de brócoli en la finca San Antonio. Esta innovadora herramienta se basa en la implementación de algoritmos de recomendación, mediante la recopilación, preprocesamiento y selección de datos relevantes.

La aplicación móvil permitirá a los agricultores identificar y controlar las plagas de manera eficiente, sin necesidad de capacitación especializada. Esto se traducirá en una mejor producción, reducción de pérdidas económicas y un uso más racional de pesticidas, minimizando el impacto ambiental, convirtiéndose en una herramienta fundamental para los agricultores de la finca San Antonio, permitiéndoles optimizar el seguimiento y control de plagas en sus cultivos de brócoli. Esto se traducirá en una mayor productividad, menores



pérdidas económicas y un menor impacto ambiental, contribuyendo al desarrollo sostenible de la agricultura en la región.

Para el desarrollo de la aplicación móvil se empleó la metodología Mobile-D para el desarrollo de aplicaciones móviles, garantizando la calidad y eficiencia del proceso [3]. Se realizará un análisis exhaustivo de las necesidades de los agricultores de la finca San Antonio, se investigarán las plagas más comunes del brócoli y se establecerán mejores prácticas para su control. Con esta información se definirán los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación y se diseñará la arquitectura del sistema para implementar algoritmos de recomendación que generen un monitoreo preciso y oportuno.

¿El desarrollo de una aplicación móvil que se basa en algoritmos de recomendación ayudará en la detección y control de plagas en el cultivo de brócoli?

Este proyecto presenta un paso adelante en la aplicación de tecnologías innovadoras para el manejo de plagas ya que al combinar el desarrollo de aplicaciones móviles con algoritmos de recomendación ofrece la oportunidad de contribuir al conocimiento existente en este campo, además de ser viable debido a la disponibilidad de recursos tecnológicos, conocimientos técnicos y apoyo institucional recopilados en diversas fuentes de información tales como repositorios universales y artículos científicos, además de que la Hacienda ha expresado su compromiso en proporcionarnos los recursos necesarios para este proyecto. La aplicación se generará al finalizar esta investigación será una herramienta práctica para los agricultores ya que ofrecerá una guía rápida de información relevante respecto a diversos métodos para combatir la plaga del brócoli, así mismo al contar con un sistema de reconocimiento de imágenes mejorará la toma de decisiones de la gestión de plagas proporcionando bienestar a las comunidades agrícolas.

La aplicación móvil para el monitoreo de plagas en el cultivo de brócoli no sólo representa una valiosa herramienta para los agricultores de la finca San Antonio, sino que también se perfila como un catalizador para el desarrollo de la agricultura sustentable en la región, promoviendo más prácticas eficientes, rentables y amigables con el medio ambiente.



## 2.1 OBJETIVOS

### 2.1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación móvil mediante algoritmos de recomendación para el monitoreo de plagas en el cultivo de brócoli (*Brassica Oleracea L.Var.Itálica*) en la Hacienda San Antonio, parroquia Poaló, del cantón Latacunga.

### 2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una revisión bibliográfica sobre visión artificial, aplicaciones móviles para la redacción de la fundamentación teórica.
- Aplicar la metodología Mobile-D en el desarrollo de la aplicación móvil que permita la usabilidad, rendimiento y adaptabilidad a las necesidades del usuario final.
- Implementar la aplicación móvil para la detección de plagas en el brócoli

## 2.2 TAREAS POR OBJETIVOS

Estas son actividades que se realizan para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados.

Tabla 1 Tarea por objetivos

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e instrumentos
Realizar una revisión bibliográfica sobre visión artificial, aplicaciones móviles para la redacción de la fundamentación teórica.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buscar información en diferentes fuentes bibliográficas.</li><li>• Clasificación de la información más relevante</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fundamentación teórica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión bibliográfica</li><li>• Ficha bibliográfica</li></ul>



	<p>acorde al tema a investigar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar aspectos importantes de las herramientas de la aplicación móvil.</li> </ul>		
<p>Aplicar la metodología Mobile-D en el desarrollo de la aplicación móvil que permita la usabilidad, rendimiento y adaptabilidad a las necesidades del usuario final.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la metodología Mobile-D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación intuitiva y fácil de usar.</li> <li>• Desempeño óptimo.</li> <li>• Cumplimiento de requisitos del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Encuestas</li> <li>✓ Cuestionarios</li> <li>• Metodología Mobile-D</li> <li>✓ Requisitos funcionales</li> <li>✓ Requisitos no funcionales</li> <li>✓ Diseño de Interfaces</li> </ul>
<p>Implementar la aplicación móvil para la detección de plagas en el brócoli.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la interfaz de usuario (GUI).</li> <li>• Desarrollo del código fuente con herramientas de software libre.</li> <li>• Creación de un plan de pruebas.</li> <li>• Despliegue del aplicativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación móvil.</li> <li>• Plan de pruebas</li> <li>• Despliegue de la aplicación móvil en Play Store.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas unitarias</li> <li>✓ Plan de pruebas</li> </ul>



### 3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En los últimos años, el avance de las tecnologías, ha abierto nuevas posibilidades para el monitoreo y control de plagas en la agricultura. El desarrollo de aplicaciones móviles que integran algoritmos de inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta prometedora para la identificación de plagas en tiempo real [4]. Las tecnologías de sensores agrícolas, también conocida como tecnología de detección remota a gran altitud, ofrece los beneficios del seguimiento de áreas amplias, actualizaciones más precisas, tiempos de revisión cortos y reducciones de costo.

En la Escuela Politécnica de Chimborazo se ha de desarrollado un sistema de IOT para la detección de afectaciones de plagas en cultivos de brócoli, en la que utilizaron tecnologías avanzadas y herramientas de software, que facilita la visualización en tiempo real de los datos agrícolas [5]. Uno de los principales objetivos con el desarrollo de esta aplicación es ayudar a los agricultores a tener información precisa para realizar un control adecuado de las plagas, para evitar pérdidas de producción y reducir el tiempo al momento de realizar un monitoreo.

#### 3.1 3.1 Aplicativo Móvil

Un aplicativo móvil, también conocido como APP o aplicación móvil, es un programa informático diseñado para funcionar en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas, etc. A diferencia de las aplicaciones web que se ejecutan en un navegador web, los aplicativos móviles se instalan directamente en el dispositivo y se ejecuta de forma nativa, aprovechando las características específicas del hardware y software del dispositivo. [6]

##### 3.1.1 Tipos de Aplicaciones Móviles

- Nativas: se desarrollan para un sistema operativo particular, como puede ser Android o iOS, utilizando los lenguajes de programación y herramientas recomendadas por los fabricantes del SO, mediante esta se pueden acceder de manera eficiente a las distintas funcionalidades del dispositivo ofreciendo así una experiencia de usuario fluida.
- Híbridas: combinan elementos de las apps nativas y web, son desarrolladas utilizando tecnologías web (como HTML, CSS y JavaScript) y se empaquetan como aplicaciones para su distribución en tiendas de aplicaciones.



### **3.1.2 Plataformas Móviles IOS vs Android**

Entre dispositivos iOS y Android sobresalen diferencias significativas las cuales influyen en la elección de la plataforma más adecuada para el desarrollo de aplicaciones móviles. Mientras que iOS, es el sistema operativo de Apple y se caracteriza por brindar una experiencia de usuario más uniforme y fácil de usar, siendo más funcional y más seguro, además de ofrecer una experiencia de navegación más fluida [7]. Por otro lado, Android, es un sistema más abierto, el cual nos ofrece una mayor libertad para desarrollar y personalizar aplicaciones lo cual lo hace muy atractivo para usuarios que buscan un diseño único y la posibilidad de personalizar su dispositivo.

### **3.1.3 Herramientas Tecnológicas para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles**

#### **3.1.3.1 Flutter**

Según Merino [8] flutter es una tecnología relativamente nueva de código abierto elaborado por Google, realizó su lanzamiento en mayo del 2017. Este framework nos permite desarrollar aplicaciones nativas para iOS y Android, es un kit de desarrollo de software innovador que se distingue por la forma de crear aplicaciones.

Con el uso de la herramienta Flutter he podido comprobar las ventajas al momento de implementar cambios en tiempo real, lo cual permite acelerar el proceso de desarrollo, a su vez permitiendo una implementación más eficiente ya que facilita la colaboración al diseñar y desarrollar un proyecto haciendo que los mismos sean más coherentes y de alta calidad.

#### **3.1.3.2 Xcode**

Según Juan [9] Xcode es un entorno de desarrollo integrado (IDE) de Apple especial para la creación de aplicaciones iOS, en ella se incluyen editores que ayudan a la depuración y simuladores de dispositivos, además de permitir el desarrollo en Swift, Objective-C, C y C++.

Al trabajar con esta herramienta se puede apreciar su facilidad para integrarse con otros servicios de Apple. Sin embargo, en proyectos de gran escala el uso excesivo de recursos de entorno puede generar diversos problemas por lo cual es importante optimizar el código y mantener una correcta jerarquía para trabajar con un entorno más eficiente.



### **3.1.3.3 Visual Studio Code**

Según Tan [10] Visual Studio Code es un editor de código fuente gratuito desarrollado por Microsoft de código abierto el cual proporciona un entorno de desarrollo integrado (IDE) con soporte para depuración, control de versiones a través de Git, resaltado de sintaxis, finalización inteligente del código, fragmentos y refactorización de código.

Su personalización mediante extensiones y sus diversas configuraciones lo convierte en un entorno de desarrollo bastante útil.

### **3.1.3.4 Android Studio**

Según Castillo [11] esta herramienta es el IDE oficial de desarrollo de Google para aplicaciones Android que permite la integración de varias herramientas y servicios de Google entre las cuales destaca Google Play Console.

Esta herramienta brinda la posibilidad de integrar distintas herramientas de análisis de rendimiento el cual permite optimizar el consumo de memoria y ayuda en la eficiencia de las aplicaciones creadas, aunque debido a los requerimientos de hardware es necesario contar con una computadora con características óptimas para su buen rendimiento.

### **3.1.3.5 Xamarin**

Según Jácome [12] Xamarin es un marco alternativo que permite el desarrollo de diversas aplicaciones tanto para Android como para iOS. Utiliza el lenguaje de C#, en este framework las aplicaciones requieren menos líneas de código dando como resultado que el proceso de codificación sea más rápido a la vez que permite transferir rápidamente las secuencias de comandos a otros sistemas.

Esta herramienta es muy importante para desarrollar proyectos con fechas límites debido a la posibilidad de compartir casi en su totalidad el código entre plataformas siendo sumamente importante para desarrollar productos de una manera mucho más rápida al comparar librerías basadas en web y en aplicaciones nativas.

### **3.1.3.6 React Native**

Según Hanna [13] esta herramienta es un marco de desarrollo accesible que se ha convertido en la opción preferida de los programadores ya que facilita el desarrollo de aplicaciones móviles



para Android e iOS. Su principal atractivo es su mayor rapidez de desarrollo e implementación, así como sus elementos reutilizables.

React Native permite un desarrollo de interfaces más coherentes y eficaces, sin embargo, la implementación de bibliotecas nativas puede ser un poco más complicada por lo cual es importante planificar cuidadosamente el proyecto con la finalidad de garantizar que los recursos se manejen de una manera correcta.

### **3.1.4 Lenguajes de Programación**

Este tipo de lenguajes hacen referencia a aquellos que nos permiten desarrollar aplicaciones diseñadas para ser ejecutadas en dispositivos móviles, como Android o iOS. Estos lenguajes son aquellos que nos permiten utilizar las herramientas necesarias para desarrollar diversas interfaces de usuario, acceder a los sensores del dispositivo y realizar diversas cosas [14].

#### **3.1.4.1 Swift**

Según Carvalho [15] este lenguaje está desarrollado por Apple el cual es fundamental para desarrollar aplicaciones nativas en iOS al brindarnos una sintaxis más concisa y clara, ofreciendo una amplia gama de funcionalidades para desarrollar aplicaciones más eficientes.

Considero que su sintaxis es sencilla e intuitiva, permite reducir significativamente la curva de aprendizaje posibilitando el rápido desarrollo de aplicaciones en iOS, a su vez en este lenguaje destaca la seguridad y su confiabilidad.

#### **3.1.4.2 Kotlin**

Según Carvalho [15] es un lenguaje moderno desarrollado por JetBrains, es el lenguaje preferido para el desarrollo de aplicaciones en Android debido a su sintaxis concisa y expresiva al permitir la escritura de código más limpio reduciendo así la posibilidad de errores.

Este es un lenguaje moderno que permite optimizar la productividad gracias a su naturaleza funcional y al uso de Java, a su vez moderniza aplicaciones antiguas sin la necesidad de escribir nuevamente el código completo de manera más eficiente facilitando una transición rápida y sin problemas.



### **3.1.4.3 Java**

Según Carvalho [15] es el primer lenguaje utilizado en el desarrollo de aplicaciones para Android al contar con muchos usos, ya que no solo sirve para crear apps móviles, sino también se puede usar en distintos sitios web, sistemas de escritorio, sistemas embebidos entre otros.

Java cuenta con una gran importancia debido a que sigue siendo una de las opciones más robustas y versátiles en programación de aplicaciones para Android debido a la gran cobertura que proporcionan sus bibliotecas y recursos.

### **3.1.4.4 Dart**

Según Carvalho [15] este lenguaje se creó para reemplazar a JavaScript, pero no lo consiguió quedando en el olvido, pero gracias a Flutter resurgió ya que permite crear apps multiplataformas con una sola base de código.

Flutter ha demostrado su enorme potencial al facilitar el desarrollo multiplataforma de aplicaciones móviles al centrarse en el rendimiento y debido a su gran facilidad de uso siendo así una pieza fundamental en proyectos donde la igualdad y la simplicidad de este lenguaje es su objetivo principal.

## **3.1.5 Metodologías para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles**

La metodología propuesta para desarrollar aplicaciones móviles es fundamental en la experiencia de investigaciones previas, la evaluación del potencial para los servicios de tercera generación denominada 6 M, la ingeniería de software educativo con modelado orientado por objetos (ISE-OO), y principalmente en los valores de las metodologías ágiles [16].

### **3.1.5.1 Mobile-D**

Esta metodología se concentra especialmente en las pequeñas empresas de desarrollo, debido a los tiempos cortos de desarrollo lo que produce como resultado la minimización de costes de producción [17]. Esta metodología se convierte en asequible para pequeñas empresas que tienen poco personal y recursos.

### 3.1.5.1.1 Fases de la Metodología Mobile-D

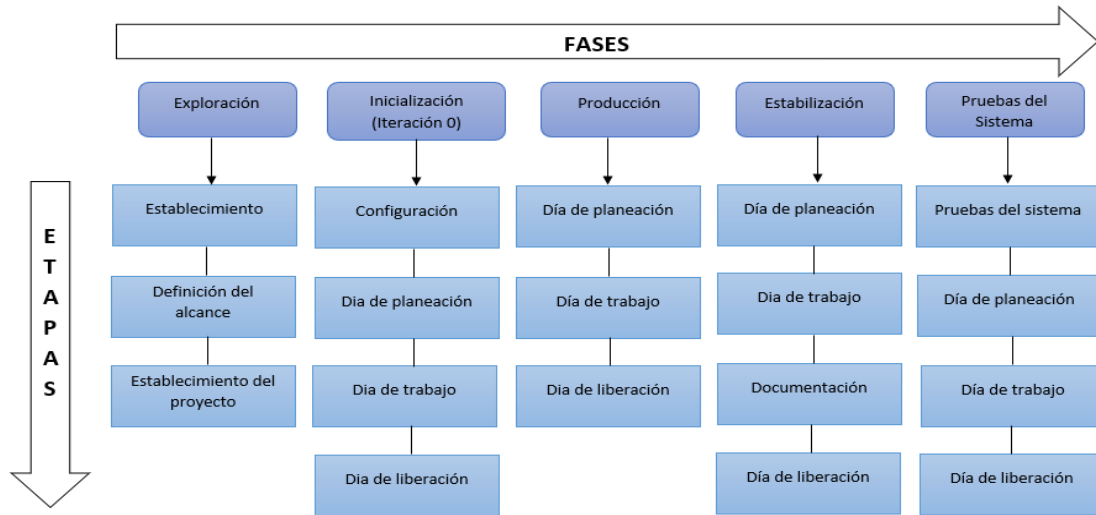


Figura 1 Fases de la Metodología Mobile-D

## 3.2 Aprendizaje Profundo

Aprendizaje profundo es una estrategia que se caracteriza por tener una combinación de análisis crítico de nuevas ideas con conocimiento previo del tema, promoviendo así su comprensión y retención a largo plazo, para que puedan ser utilizadas posteriormente para resolver problemas en diferentes situaciones [18]. Lograr un aprendizaje profundo requiere del uso de habilidades cognitivas de alto nivel, como el análisis (comparar y contrastar) y la síntesis (integrar el conocimiento en nuevas dimensiones).

El aprendizaje profundo ha demostrado ser una poderosa herramienta en la creación de sistemas que necesiten un alto grado de precisión en distintos reconocimientos de patrones, pero la implementación eficaz depende de contar con los datos suficientes para que el modelo se pueda desarrollar de una manera adecuada sin la necesidad de sobre ajustarse

### 3.2.1 Redes Neuronales

Se trata de redes diseñadas para analizar y procesar datos de tipo rejilla como las imágenes. Cuentan con un rendimiento superior con entrada de imagen, voz o señales de audio [18].

Estas redes neuronales son de suma importancia para mejorar la eficacia y la precisión en la identificación de patrones complejos, pero a su vez sus desventajas son la necesidad de una gran cantidad de datos los cuales deben ser etiquetados de una manera adecuada lo que puede limitar a las aplicaciones en las cuales la adquisición de datos de alta calidad no es sencilla.



### **3.2.1.1 Redes Neuronales Convolucionales (CNN)**

Son ampliamente utilizadas en tareas de visión por computadora como el reconocimiento de imágenes y la detección de objetos [18].

La automatización de la extracción de características es algo fundamental para incrementar la eficacia y el rendimiento del modelo.

### **3.2.1.2 Redes Neuronales Transformer**

Es muy popular entre los usuarios de tareas de procesamiento del lenguaje natural, permite un entrenamiento más rápido y mejoras en la generación de texto y la traducción automática [18].

Los modelos Transformer han permitido alcanzar niveles altos de precisión al momento de clasificar tanto texto como resúmenes automáticos, a su vez entrenar estos modelos puede resultar más costoso en términos de recursos computacionales ya que no puede ser ejecutado de una manera correcta en un entorno limitado.

## **3.2.2 Arquitecturas**

Las arquitecturas del Deep Learning cuentan con una variedad de modelos y estructuras esenciales para la inteligencia artificial.

### **3.2.2.1 Modelo ResNet 50**

El modelo ResNet 50 es una arquitectura de red neuronal convolucional (CNN) que destaca gracias a su eficacia al realizar tareas por computadora, tales como clasificación de imágenes. ResNet 50 fue presentado por Microsoft y ganó la competición ILSVRC en 2015. Esta arquitectura fue basada en la idea de las conexiones residuales, las cuales agregan una conexión directa a la capa superior para mejorar el proceso de aprendizaje [19].

Implementar este modelo en un proyecto para clasificar imágenes permite verificar la facilidad con la que se puede manejar redes profundas siendo esto clave para incrementar la precisión sin complicar la complejidad computacional.

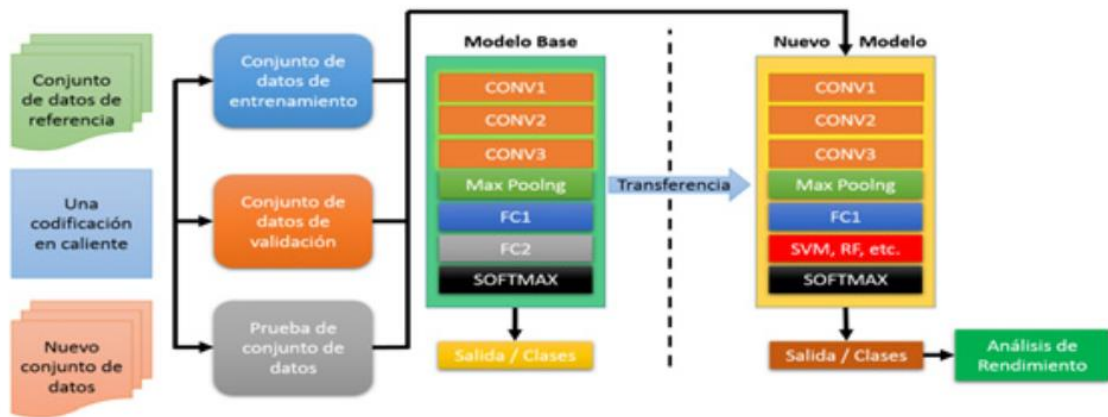


Figura 2 Modelo RestNet 50 [19]

### 3.2.2.2 Modelo Inception V3

Inception V3 se trata de un modelo CNN complejo y preciso que ha demostrado ser útil para la transferencia de aprendizaje visual y la clasificación de imágenes [20].

Utilizar la versión 3 de este modelo es la mejor opción para la detección de objetos al poder procesar imágenes con resoluciones muy altas de una manera adecuada y sin perder esa precisión esencial.

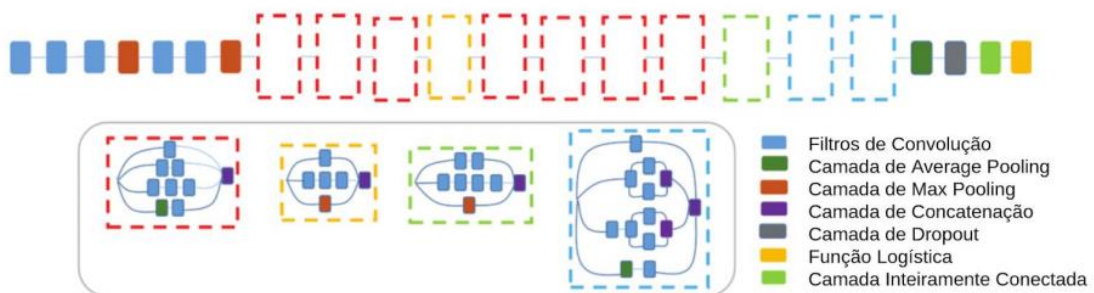


Figura 3 Modelo Inception V3 [20]

### 3.2.2.3 Modelo VGG19

El modelo VGG19 es una red neuronal convolucional de 19 capas de profundidad que se destaca por su eficacia en tareas de visión por computadora, como la clasificación de imágenes, esta red neuronal ha sido entrenada por más de un millón de imágenes que se encuentran almacenadas en la base de datos ImageNet [21].

Esta arquitectura presenta una gran flexibilidad para adaptar nuevos conjuntos de datos debido a su diseño simple y profundo, pero también tiene ciertas limitaciones en términos de eficiencia computacional debido a la gran cantidad de memoria consumida.

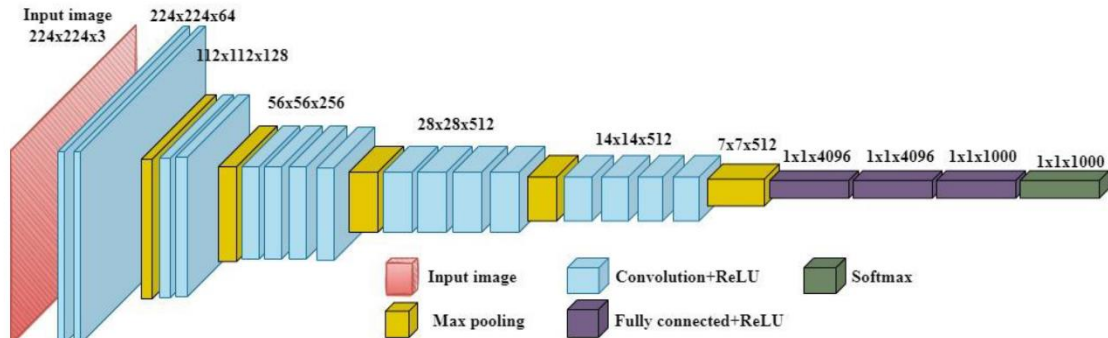


Figura 4 Modelo VVG19 [21]

### 3.2.2.4 Modelo EfficientNet

El modelo EfficientNet es una arquitectura de red neuronal convolucional (CNN), esta se caracteriza por su eficacia y precisión en tareas por computadora. Fue desarrollada en el artículo "EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks" de Mingxing Tan y Quoc V. Le, esta red fue previamente entrenada en varios conjuntos de datos, como CIFAR-10, CIFAR-100 e ImageNet, EfficientNet [22].

Este modelo cuenta con una gran precisión debido al reducido consumo de recursos computacionales. Sin embargo, lo desafiante de este modelo radica al intentar escalarlo para diferentes tareas.

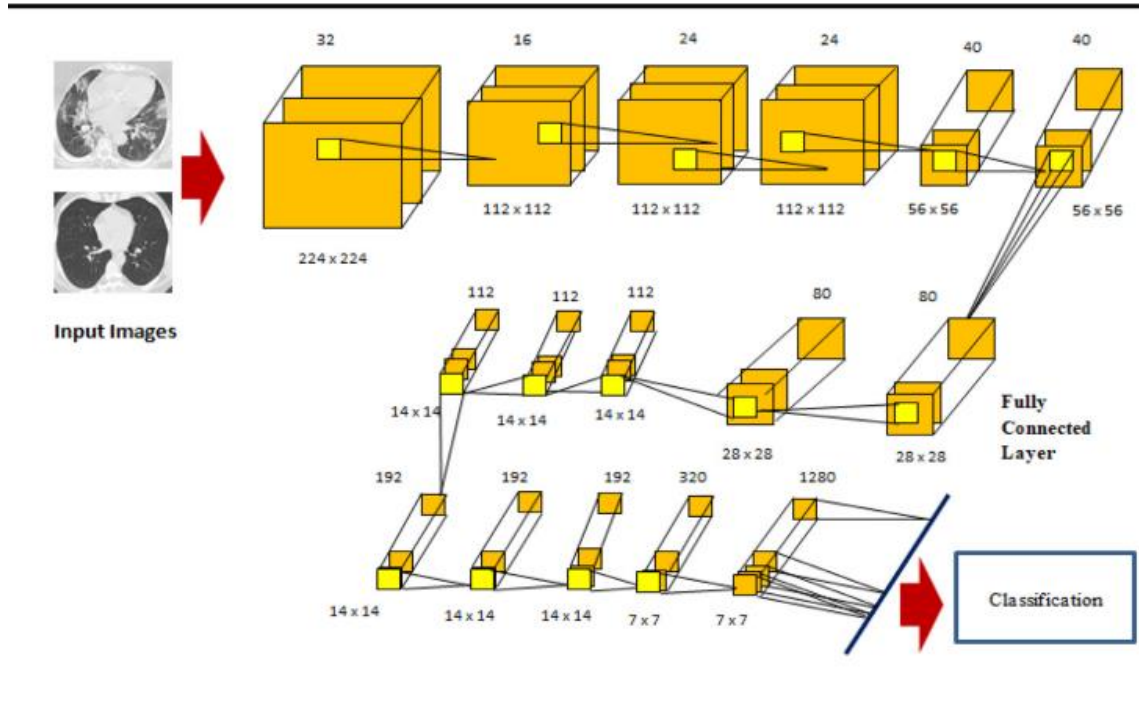


Figura 5 Modelo EfficientNet [22]

### 3.2.2.5 Modelo MobileNet

Según Sotelo [23]. El modelo MobileNet es una arquitectura de red neuronal convolucional desarrollada específicamente para las aplicaciones móviles destacando su eficiencia y ligereza, lo cual permite crear redes neuronales ligeras y profundas utilizando convoluciones separables en profundidad las cuales reducen en gran medida el número de parámetros a diferencia de las redes convencionales. Está capacitada para clasificar imágenes en mil categorías de objetos y es el primer modelo de visión por computadora móvil de Tensor Flow.

Con este modelo podemos desarrollar aplicaciones móviles mucho más fácilmente debido a su bajo consumo de recursos lo cual permite encajar capacidades avanzadas de visión por computadora en dispositivos con características de hardware modestas.

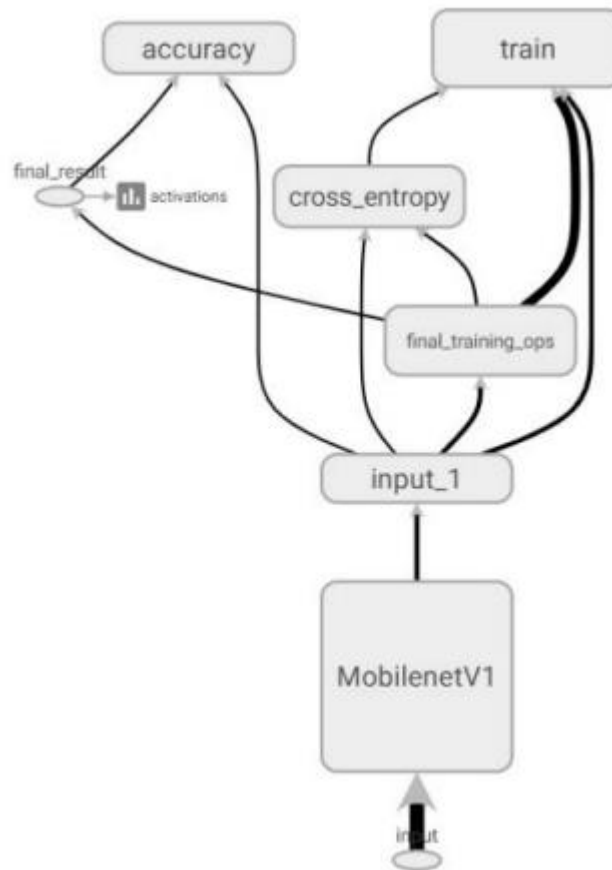


Figura 6 Modelo MobileNet [23]

### 3.2.2.6 Modelo AlexNet

El modelo AlexNet es una red neuronal convolucional de ocho capas de profundidad el cual fue fundamental para desarrollar el campo de la visión por computadora. Esta fue presentada por Alex Krizhevsky, Geoffrey Hinton y Ilya Sutskever en el año 2012 y revolucionó en gran medida el reconocimiento de imágenes ya que ayudó a reducir el error de clasificación en el desafío ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) [24].

Se utilizó este modelo como base para la comprensión de los fundamentos de las redes neuronales convolucionales, a pesar de ser una arquitectura relativamente antigua nos permitió explorar y experimentar con mejoras de optimización en conjuntos de datos modernos.

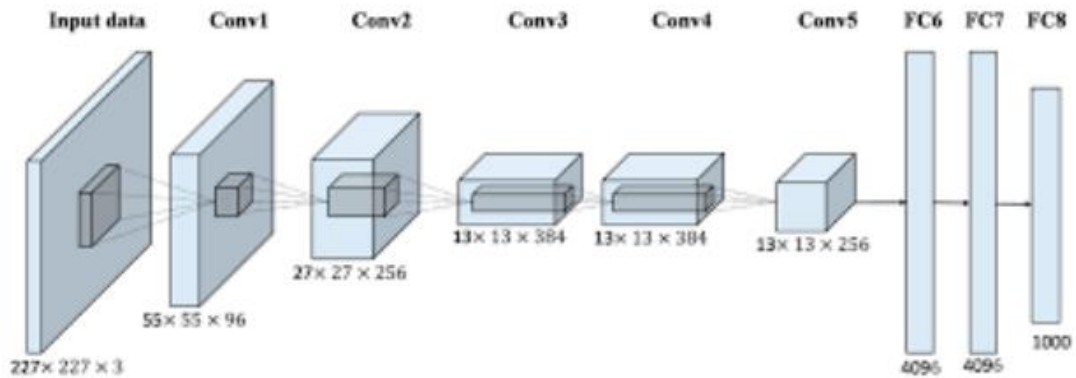


Figura 7 Modelo AlexNet [24]

### 3.2.2.7 Modelo Google Net

El modelo Google Net es una red neuronal convolucional profunda diseñada para clasificar más de un millón de imágenes en 1000 categorías de objetos diferentes tales, como animales, teclados, entre otros, se distingue por incorporar módulos de Inception, lo que permite a la red neuronal seleccionar distintos tamaños de filtros para cada bloque. Esta red neuronal ha sido esencial para optimizar redes convolucionales reduciendo el número de operaciones realizadas por la red en un tiempo determinado [25].

Google Net nos ha ayuda a la optimización y utilización adecuada de recursos. Además, los conceptos tomados de los módulos de Inception se aplican a la realización de redes echas a medida.

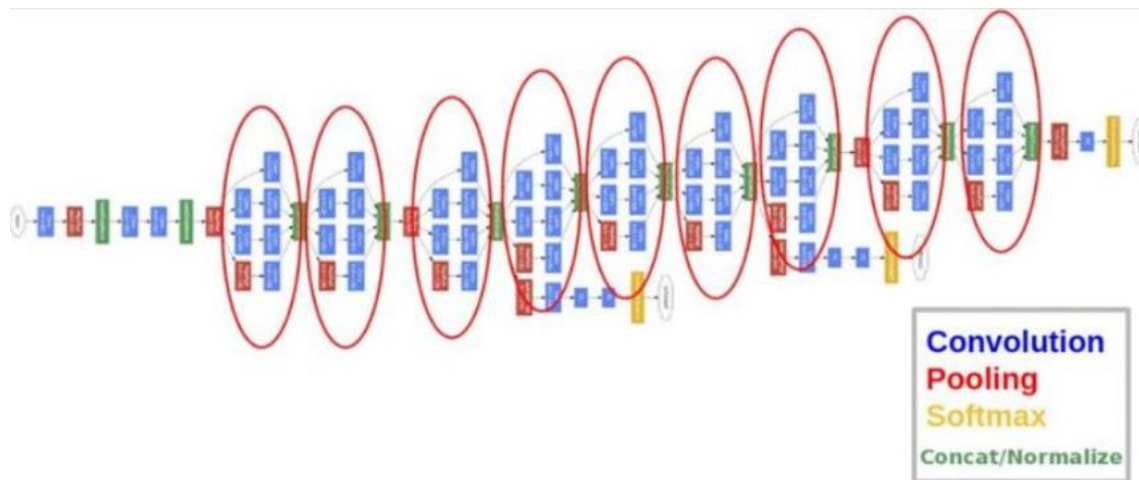


Figura 8 Mobile GoogleNet [25]



### **3.3 Sistemas de Recomendación**

Los sistemas de recomendación son herramientas elaboradas para ayudar a los usuarios a obtener información que mejor se adapte a sus intereses y preferencias, es decir ayuda al usuario a tomar decisiones las cuales pueden ser decisiones para la compra de un producto en un sitio de comercio electrónico, la lectura de un libro, el acceso a una página web, entre otros, mientras que un buscador típico se centra en encontrar lo que el usuario solicita [26].

#### **3.3.1 Tipos de Sistemas de Recomendación**

##### **3.3.1.1 Filtrado Colaborativo**

Este tipo de sistema selecciona elementos en función de las preferencias de los usuarios. Utiliza datos de interacciones de usuarios para anticipar las preferencias de otros usuarios [26].

Este filtrado se concentra en la sabiduría de la multitud, rastreando los patrones de comportamiento y las preferencias de muchos usuarios.

##### **3.3.1.2 Filtrado Basado en Contenido**

Se enfoca en las características y preferencias recomendando productos que le han gustado al usuario anteriormente [26].

A diferencia del filtrado colaborativo este filtrado investiga los intereses del usuario asegurando que las recomendaciones coincidan con lo que le gusta.

##### **3.3.1.3 Sistemas Híbridos**

Para mejorar la precisión y la diversidad de las recomendaciones, combinan varios enfoques de recomendación, como el filtrado colaborativo y el basado en contenido [26].

Este filtrado resulta especialmente efectivo por que combinan el mejor de ambos socios, corrigiendo fallas para cada opción.

##### **3.3.1.4 Filtrado Demográfico**

Personaliza las recomendaciones según el perfil del usuario utilizando datos como la edad, el género o la ubicación [26].

Este filtrado agrega un aspecto adicional de personalización que se adapta a las alternativas proporcionadas específicamente por cada usuario.



### **3.3.1.5 Sistemas de Recomendación Contextuales**

Tienen en cuenta el contexto en el que se realizan como la ubicación, el momento del día o el dispositivo utilizado para ofrecer recomendaciones en tiempo real [26].

En mi experiencia al desarrollar aplicaciones móviles puedo argumentar que los sistemas de recomendación son fundamentales para mejorar la experiencia del usuario debido a que integran la geolocalización y la hora del día.

### **3.3.2 Componentes de un Sistema de Recomendación**

Los componentes de un sistema de recomendación incluyen distintos elementos que al interactuar juntos logran presentar recomendaciones personalizadas para cada usuario, en la actualidad estos sistemas tienen un nivel de eficiencia superior ya que consiguen asociar elementos de nuestros perfiles de consumo como el historial de compras, selección de contenidos e inclusive nuestras horas de actividad, para realizar las recomendaciones más precisas [27].

Cuando implementamos un sistema de recomendación se puede integrar eficientemente todos los componentes cruciales que ofrecen recomendaciones más relevantes y en tiempo real.

- Almacenamiento de lago de datos de Azure: este componente ofrece almacenamiento para realizar el análisis de big data.
- Ladrillos de datos de Azure: se utiliza comúnmente para el entrenamiento y evaluación de modelos.
- Análisis de Azure Synapse: es una solución de almacenamiento para datos en la nube muy rápida, confiable y flexible al tener una arquitectura de procesamiento paralelo masiva.
- Componentes del sistema de recomendación basado en contenido: consta de un analizador de contenido el cual extrae información no estructurada sobre los distintos productos recomendados con la finalidad de realizar un filtrado generando una lista de recomendaciones basándose en comparaciones [27].



### 3.3.3 Métricas de Evaluación

#### 3.3.3.1 Métricas de Precisión

- Precisión: en esta se evalúa la proporción de elementos relevantes entre los elementos recomendados.
- Recuperación: se enfoca en la proporción de los elementos más relevantes que se recuperaron con éxito [28].

La optimización es la clave para mejorar la calidad de estos sistemas de recomendación, pero es importante ajustar el equilibrio con respecto a las necesidades y objetivos del proyecto.

#### 3.3.3.2 Métricas de Clasificación

- Precisión promedio media (MAP): se considera la precisión en diferentes posiciones. Tiene en cuenta el orden de las recomendaciones, mientras más alto sea indica una mejor calidad de clasificación.
- Ganancia acumulada descontada normalizada (NDCG): se evalúa la calidad de la lista considerando tanto la relevancia como la posición [28].

He determinado que al implementar estas métricas se puede optimizar tanto la calidad de los servicios, así como también la experiencia de los usuarios.

#### 3.3.3.3 Métricas de Cobertura

- Cobertura del catálogo: mide la proporción de artículos únicos en el catálogo que el sistema de recomendación puede recomendar, mientras más alta sea la cobertura más garantiza la diversidad en las recomendaciones.
- Cobertura de usuarios: se evalúa el porcentaje de usuarios con el cual el sistema puede generar recomendaciones [28].

Incrementar esta cobertura es de suma prioridad con la finalidad de asegurar las recomendaciones para que las mismas sean variadas y lleguen a todos los usuarios y mantenga el interés en la plataforma.



#### **3.3.3.4 Métricas de Novedad**

- Novedad del artículo: se verifica qué tan diferentes son los artículos recomendados al compararlos con las cosas que el usuario ha visto antes.
- Diversidad: evalúan la variedad de elementos recomendados evitando así la monotonía [28].

Incorporar esta métrica es clave para que los usuarios sigan comprometidos con el proyecto al brindarles recomendaciones novedosas y variadas.

#### **3.3.3.5 Métricas Comerciales**

- Porcentaje de clics (CTR): mide la probabilidad en la que el usuario realiza clic en algún elemento recomendado el cual pueda afectar los ingresos y la participación de los usuarios.
- Tasa de conversión: se mide la proporción de usuarios que realizan alguna acción al recibir las diversas recomendaciones proporcionadas [28].

Esta métrica es vital para alinear objetos del usuario con los objetivos del negocio al determinar cuáles recomendaciones generan más clics y conversiones.

#### **3.3.3.6 Métrica de Arranque en Frío**

- Inicio en frío de elementos: abarcan escenarios en los que los elementos nuevos carecen de un historial de interacción suficiente para realizar recomendaciones [28].

Esta métrica presenta grandes desafíos, para lo cual es necesario el trabajo con metadatos y la implementación de algoritmos híbridos para reducir los impactos que se puedan generar.

### **3.3.4 Algoritmos de Recomendación**

#### **3.3.4.1 Algoritmo de Recomendación Basado en Vecinos (filtrado colaborativo Filtrado colaborativo basado en contenido)**

Utiliza el contenido del usuario para generar recomendaciones, es decir que se podría usar para recomendar tratamientos o métodos para el control de plagas basándonos en las experiencias de los diversos agricultores [29].



Es sumamente útil cuando se utiliza grandes cantidades de datos históricos a su vez permite mejorar la satisfacción del usuario para que reciban recomendaciones más efectivas.

#### **3.3.4.2 Algoritmo de Recomendación de Vecinos (filtrado colaborativo basado en usuarios)**

Se basa en la información del usuario con contenido similar, el cual puede utilizar la información recolectada por diferentes agricultores que pasaron por problemas similares [29].

Este algoritmo es usado cuando la comunidad comparte diversas características que suelen ser culturalmente relevantes y adaptadas a las prácticas específicas.

#### **3.3.4.3 Algoritmo de Recomendación de Matriz de Confusión**

Se utiliza para determinar con mayor exactitud las recomendaciones permitiendo evaluar la precisión de las recomendaciones [29]. Este algoritmo es clave para mejorar la precisión de los sistemas que necesitan de una exactitud sumamente grande, permitiendo identificar y corregir las áreas donde el sistema falla.

#### **3.3.4.4 Algoritmo de Recomendación de Regresión Línea**

En este algoritmo se utilizan métodos para predecir el impacto de los distintos tratamientos o para el control de plagas en el cultivo de brócoli [29].

Fueron útiles al permitir predecir múltiples variables lo cual permite optimizar los tratamientos y minimizar el riesgo.

### **3.4 Tecnología y Agricultura**

#### **3.4.1 Tecnologías Aplicadas a la Agricultura**

La agricultura es un sector importante de la agricultura mundial por lo cual es de suma importancia estudiar las características de las diversas tecnologías, así como también los protocolos y su aplicabilidad en diferentes escenarios agrícolas, entre las diferentes tecnologías que podemos utilizar destacan:

Redes de sensores Inalámbricos: esta elaborada por pequeños sistemas de sensores llamados nodos, los cuales se encuentran ubicados en distancias cortas [30]. Recolectan diversas informaciones del ambiente por medio de sensores para monitoreo de cultivos.



Inteligencia Artificial: esta tecnología lidera el cambio debido a su creciente aplicación a todas las actividades humanas, gracias a su aprendizaje automático pueden tomar diferentes decisiones basándose en diversos resultados obtenidos [31]. La inteligencia artificial aplicada a la agricultura se combina con los datos obtenidos de los sensores inalámbricos transformando esos datos en información útil para la toma de decisiones.

### **3.4.2 Ventajas de la Implementación Tecnológica**

- La tecnología permite automatizar procesos y tareas repetitivas permitiendo usar los recursos disponibles de una manera más adecuada.
- Facilita el acceso a información instantánea permitiendo tomar decisiones informadas rápidas.
- Contribuye a mejorar la calidad de los productos lo que genera el crecimiento económico.

### **3.5 Brócoli**

El brócoli (*Brassica Oleracea* Var. *Itálica*) es una hortaliza que aporta vitaminas y elementos esenciales a la dieta humana, así como compuestos antioxidantes que mejoran la salud. Cuenta con aproximadamente 14 veces más betacaroteno, el cual es un precursor de la vitamina A, además tiene gran cantidad de vitamina C y una cantidad significativa de potasio, ácido fólico y varios fotoquímicos [32].

Además de su contribución a la prevención de diversas enfermedades crónicas, como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares, el brócoli aporta una cantidad significativa de vitaminas, minerales y fibra dietética

#### **3.5.1 Importancia de la Plantación del Brócoli**

El cultivo de brócoli se da en los climas templados con suelos ricos en materia orgánica [33]. En este aspecto el brócoli aporta grandes cantidades de minerales, proteínas y vitaminas.

Vulnerabilidad del cultivo

Se abarcan diferentes plagas que pueden afectar al cultivo de brócoli lo cual perjudica la economía de los productores de los mismos generando grandes pérdidas económicas.

### 3.5.2 Variedades del Brócoli

#### 3.5.2.1 Brócoli Legacy

Es una planta híbrida, se caracteriza por su enorme vigencia y elevada capacidad de rentabilidad, los tallos son vigorosos y no cuentan con ramificaciones laterales [34]. Las cabezas son domos compuestas de forma adecuada, de grano liso que se ajustan bien tanto para mercado fresco o de procedimiento.



Figura 9 Brócoli Legacy

#### 3.5.2.2 Brócoli Avengers

Es un híbrido líder en el mercado por su amplia adaptación y consistentes rendimientos, es una planta vigorosa, de color verde atractivo y uniforme, cabezas bien domadas con grano fino y gran peso [35]. Su cabeza uniforme le da un beneficio para el empaque en caja para fresco y para su buen aprovechamiento de floretes para el proceso.



Figura 10 Brócoli Avengers

### 3.5.2.3 Brócoli Marathon

El brócoli Marathon es una variedad conveniente para siembra tempranas, normales y tardías. Se producen cabezas más concisas, densas y uniformes, con una coloración verde oscuro y algo de azulado [36]. Esta clase es más tolerante a diversas afecciones, es sencillas de cultivar puesto que se desarrolla en casi cualquier tipo de suelos y clima.



Figura 11 Brócoli Marathon

### 3.5.3 Tipos de plagas

#### 3.5.3.1 “Gusano Trozador” (Agrotis ípsilon)

Este gusano ataca directamente a las plántulas recién trasplantadas generando daños considerables en el vivero [37]. El ataque lo realiza en las raíces, tallos y tejidos jóvenes, causando la muerte de las plántulas.



Figura 12 “Gusano Trozador” (Agrotis ípsilon)

### 3.5.3.2 “Polilla de las crucíferas” (*Plutella xylostela*)

Son larvas de lepidópteros de 1 a 1.5 centímetros de largo y de 2-3 milímetros de diámetro, suelen ubicarse en el envés de las hojas en la cual forman agujeros redondos [38]. El daño ocasionado no es tan importante en el área foliar, sin embargo, cuando no se lo controla puede ingresar en la pella en donde sus mordeduras y excrementos deterioran la calidad del producto.



Figura 13” Polilla de las crucíferas” (*Plutella xylostela*)

### 3.5.3.3 “Pulgón” (*Brevicoryne brassicae*)

Se trata de un insecto pequeño cuyo color es un gris azulado que por lo general viven en colonias y están ubicados en el haz de las hojas o de preferencia en los brotes internos [39]. El efecto ocasionado por esta plaga se puede apreciar en el interior de las pellas donde forman colonias si no son controladas a tiempo.



Figura 14 “Pulgón” (*Brevicoryne brassicae*)

### 3.5.3.4 “Hylemia”

Es un insecto que afecta a la producción agrícola, son larvas que pueden causar daño significativo a los cultivos, ya que se alimentan de hojas, tallos y frutos. Esta plaga puede reducir la calidad y cantidad de la cosecha, además de promover la aparición de enfermedades secundarias en las plantas.



Figura 15 “Hylemia”

## 3.5.4 Tratamientos de plagas más comunes

### 3.5.4.1 Métodos Tradicionales

Los métodos tradicionales consisten en la identificación manual de plagas en los cultivos de brócoli en los cuales se depende en gran medida de la experiencia del agricultor.

### 3.5.4.2 3.5.4.2 Método Moderno Propuesto

El método propuesto consiste en utilizar los avances tecnológicos a nuestro favor con el uso adecuado de la inteligencia artificial y diversos sensores para el control de plagas mediante la identificación de las mismas a través de un aplicativo móvil para permitir que incluso personal sin capacitación pueda determinar la plaga existente [40].

## 3.5.5 Beneficios de la identificación de plagas en etapa temprana

Identificar las diversas plagas que pueden afectar a un cultivo permite controlar el esparcimiento del mismo erradicando en gran medida la enfermedad antes que se propaguen en toda la plantación reduciendo las pérdidas de cultivo y previniendo pérdidas económicas.

En la tabla 2 se puede ver el control bioquímico



Tabla 2 Cuadro de control biológico

<b>Nombre de la plaga</b>	<b>Control Biológico</b>
Polilla de las crucíferas ( <i>Plutella xylostella</i> )	Aplicar basillus turingencis
Gusano trozador ( <i>Agrotis</i> sp.)	Aplicar basillus turingencis
Pulgón ( <i>Aphis</i> sp.)	Aplicar insectos depredadores Coccinellidae (Mariquitas)
Hylemya	No existe control biológico

Fuente: Los investigadores

En la tabla 3 se puede ver el control químico

Tabla 3 Cuadro de control químico

<b>Nombre de la plaga</b>	<b>Control Químico</b>
Polilla de las crucíferas ( <i>Plutella xylostella</i> )	Aplicar Intrepid (Methoxyfenozide), Tracer (Spinosad), Solaris (Spinetoram)
Gusano trozador ( <i>Agrotis</i> sp.)	Aplicar clorpirifos, Lambdacyalotrina, Tiametoxam, cypermetrina

Pulgón (Aphis sp.)	Como materiales activos se pueden utilizarse los siguientes: acefato, etiofencarb, fosfamidón, imidacloprid, metamidofos, pirimicarb, malatión metomilo, cypermetrina e insecticidas pertenecientes al grupo de los piretroides.
Hylemya	Aplicar diazinon, thiametoxan, clorpirifos

Fuente: Los investigadores

### 3.6 Hacienda San Antonio

La hacienda San Antonio es una empresa familiar con más de 50 años de trayectoria, actualmente administrada por la tercera generación, se dedican a la agricultura y producción lechera, está ubicada en la parroquia Poaló, provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga diagonal a la panamericana E35, la hacienda se dedica a la agricultura y ganadería con producción de brócoli desde hace 6 años.



Figura 16 Hacienda San Antonio



## **4 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

### **4.1 Tipos de Investigación**

#### **4.1.1 Investigación bibliográfica**

La investigación bibliográfica permitió en la recolección de la información necesaria y confiable de artículos, libros, repositorios, revistas, etc.

La investigación bibliográfica ayudo a profundizar, comparar y establecer las bases teóricas, permitiendo tomar decisiones correctas, eficientes para el diseño y desarrollo de la aplicación móvil.

#### **4.1.2 Investigación de campo**

La investigación de campo permitió obtener información sobre las necesidades que tiene la hacienda “San Antonio”. Aplicando la técnica de la encuesta, con lo que se obtuvo datos relevantes sobre el monitoreo para el control de plagas que fueron consideradas en el desarrollo de la aplicación móvil.

#### **4.1.3 Investigación tecnológica**

La investigación tecnológica es un proceso sistemático que tiene como objetivo aplicar el conocimiento científico, las habilidades técnicas y los recursos disponibles para desarrollar cosas nuevas y útiles para resolver soluciones innovadoras a problemas del mundo real.

Esta investigación se realizó con el propósito de crear nuevas tecnologías, herramientas y métodos que puedan resolver y satisfacer las necesidades de los usuarios en el área de agricultura.

### **4.2 Técnicas de investigación**

#### **4.2.1 Revisión bibliográfica**

La revisión bibliográfica ha sido de suma importancia en el desarrollo de la fundamentación teórica, permitiendo identificar y analizar trabajos relevantes en el campo de investigación.



Tabla 4 Revisión bibliográfica

<b>TÉCNICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Revisión bibliográfica	Ficha Bibliográfica

#### **4.2.2 Encuesta**

Esta técnica se aplicó a los jefes de campo de la hacienda San Antonio con la finalidad de obtener información detallada y precisa sobre el manejo de monitoreo de plagas para el desarrollo de la aplicación móvil.

Esta técnica permitió conocer la experiencia que tienen por parte de los administradores. La encuesta fue elaborada con la herramienta de Google Forms

### **4.3 Instrumentos de investigación**

#### **4.3.1 Ficha bibliográfica**

El uso de esta herramienta ayudo a registrar la información extraída de las revistas, libros, artículos e internet, lo que contribuye a una investigación bien fundamentada y organizada

Tabla 5 Ficha bibliográfica

<b>MEDIOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Revistas Libros Artículos	Publicaciones de artículos Proporcionan una investigación detallada. Revistas Científicas.

#### **4.3.2 Cuestionario**

Se aplicó este instrumento de investigación al personal administrativo de campo de la Hacienda San Antonio, con el objetivo de recopilar información, el cuestionario consta de 13 preguntas que aborda temas principales como el monitoreo para el control de las plagas en el cultivo de brócoli dentro de la hacienda.



#### 4.4 Población y muestra

##### 4.4.1 Población

Para el desarrollo de la propuesta tecnológica se a considerado la participación del personal administrativo de campo de la Hacienda San Antonio.

Tabla 6 Población

N°	Descripción	Cantidad
1	Supervisor de campo	1
2	Técnico de campo	1
3	Jefe de cosecha	1
4	Monitoreadora	1
Total		4

##### 4.4.2 Muestra

No se calcula el tamaño de la muestra debido a que la población corresponde únicamente a 4 personas.

#### 4.5 Técnica de cálculo de estimación del costo del software

##### 4.5.1 COCOMO

Para la estimación del coste se utilizó el modelo de estimación COCOMO, el cual no proporcionó un marco estructurado para poder estimar el esfuerzo, el tiempo y el costo asociados con el desarrollo del proyecto.

#### 4.6 Metodología de desarrollo

##### 4.6.1 Mobile-D

Para el desarrollo de la aplicación móvil se aplicó la metodología Mobile-D, que se centra en el desarrollo de aplicaciones móviles, este enfoque ayuda en las estrategias de innovación. Esta



metodología cuenta con cinco fases para obtener un software de alta calidad: Exploración, Inicialización, Producción, Estabilización y Pruebas.

#### **4.6.1.1 Fase de exploración**

En esta primera fase se definen los grupos de interés, personas que utilizan la aplicación móvil, requisitos iniciales como características de la aplicación, objetivos generales, definición y alcance del proyecto y otros aspectos a ejecutar en la primera fase.

#### **4.6.1.2 Fase de inicialización**

En esta fase determina las herramientas que se utilizaron para el desarrollo de la aplicación móvil. Tanto en hardware como en software, también la estructura del código fuente, diseño de la arquitectura y diagrama de caso de uso.

#### **4.6.1.3 Fase de producción**

En esta fase se realiza el desarrollo de la interfaz del aplicativo móvil, con las funcionalidades y requerimientos especificados por el usuario.

#### **4.6.1.4 Fase de estabilización**

En esta fase de integración se detalla la estructura que contiene el framework Flutter mediante diferentes carpetas y archivos, donde se muestra las funcionalidades de cada una.

#### **4.6.1.5 Fase de pruebas**

En esta fase se realiza las pruebas funcionales en el aplicativo móvil, donde se muestra las validaciones del sistema

#### **4.6.2 Metodología KDD**

Es un proceso automático centrado en los requerimientos del usuario final con el objeto de identificar, extraer patrones válidos y potencialmente útiles en forma de reglas o funciones en base a los datos, esta metodología cuenta con los siguientes pasos los cuales son la selección, preprocesamiento, transformación, minería de datos e interpretación.



#### 4.6.2.1 Fase de Recopilación de datos

Se identifican los conocimientos que son importantes y priorizados desde la perspectiva del usuario final en la cual se elabora un conjunto de datos objetivo para manipular datos representativos el mismo que servirá para el proceso de descubrimiento.

#### 4.6.2.2 Fase de Preprocesamiento de datos

En esta fase implica operaciones básicas como eliminar datos ruidosos, elegir estrategias para el manejo de datos desconocidos, nulos o duplicados para definir métodos estadísticos con la finalidad de reemplazarlos.

#### 4.6.2.3 Fase de Transformación de datos

Busca características para representar los datos, dependiendo de los objetivos del proceso utilizando distintas técnicas para reducir el número efectivo de variables con la finalidad de encontrar una representación invariante de los datos.

#### 4.6.2.4 Fase de Minería de datos

En esta fase implica descubrir patrones inesperados aplicando tareas de descubrimiento como clasificación, agrupamiento, patrones secuenciales y asociaciones.

#### 4.6.2.5 Fase de Evaluación de patrones

En esta fase se interpretan los patrones descubiertos, además incluye la visualización de los datos extraídos, eliminar patrones redundantes y convertir los patrones útiles en información comprensible para el usuario.

## 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1 Resultados de la encuesta aplicada

#### 5.1.1 ¿Cuál es su edad?

Tabla 7 Primera pregunta

1. ¿Cuál es su edad?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
25-34 años	1	25%



35-44 años	3	75%
Más de 45 años	0	0
<b>Total</b>	4	100%

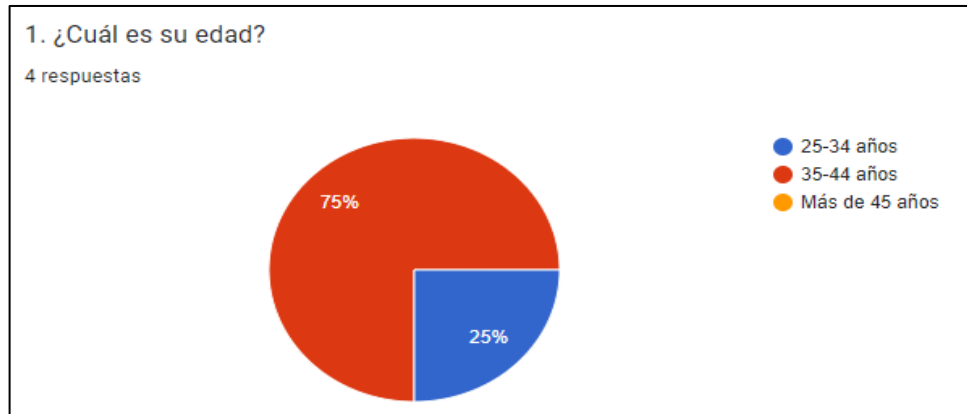


Figura 17 Primera pregunta

**Análisis:** En el siguiente gráfico se muestra que el 75% de los encuestados que trabajan en la hacienda San Antonio tienen la edad entre de los 35 a 44 años, y un 25% de personas encuestadas tiene entre 25 a 34 años, la evidencia de esta encuesta muestra que la mayoría de personas tiene la de 35-44 años.

### 5.1.2 ¿Cuál es su género?

Tabla 8 Segunda pregunta

2. ¿Cuál es su género?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	3	75%
Masculino	1	25%
<b>Total</b>	4	100%

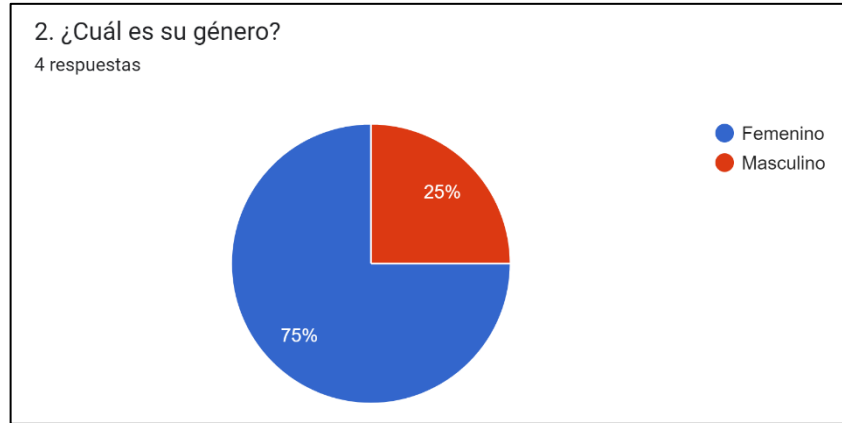


Figura 18 Segunda pregunta

**Análisis:** En el siguiente grafico se muestra el 75% de las personas encuestadas en la San Antonio son de género femenino y el 25% son de género masculino, teniendo la mayoría de personas que son mujeres.

### 5.1.3 ¿Cuál es su nivel educativo?

Tabla 9 Tercera pregunta

3. ¿Cuál es su nivel educativo?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Primaria	1	25%
Secundaria	0	0%
Técnica/o	1	25%
Universitario	2	50%
<b>Total</b>	4	100%

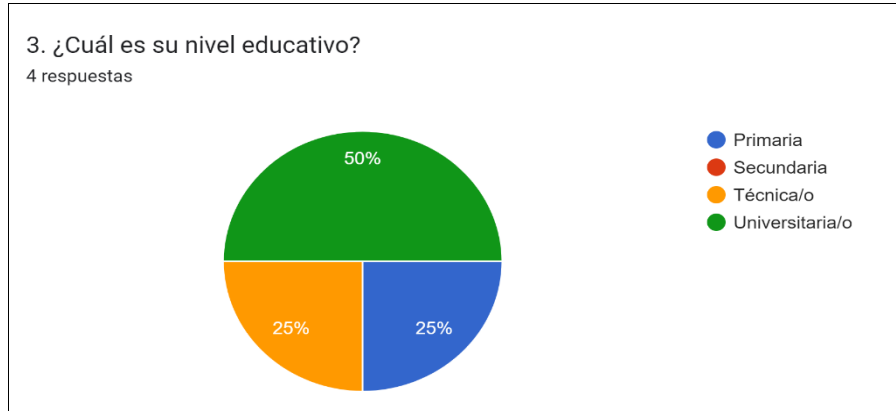


Figura 19 Tercer pregunta

**Análisis:** En el siguiente gráfico se muestra los resultados de las personas encuestadas en la hacienda San Antonio según su nivel educativo, tenemos el 50% de personas con su nivel educativo universitario, el 25% con su nivel educativo técnico y el otro 25% su nivel educativo es primario, teniendo la mayoría de personas encuestadas que tienen un nivel educativo universitario, es decir, tercer nivel.

#### 5.1.4 ¿Cuál es su cargo en la hacienda brocolera?

Tabla 10 Cuarta pregunta

4. ¿Cuál es su cargo en la hacienda brocolera?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Trabajador de campo	0	0%
Supervisor	3	75%
Monitoreador/a	1	25%
<b>Total</b>	4	100%

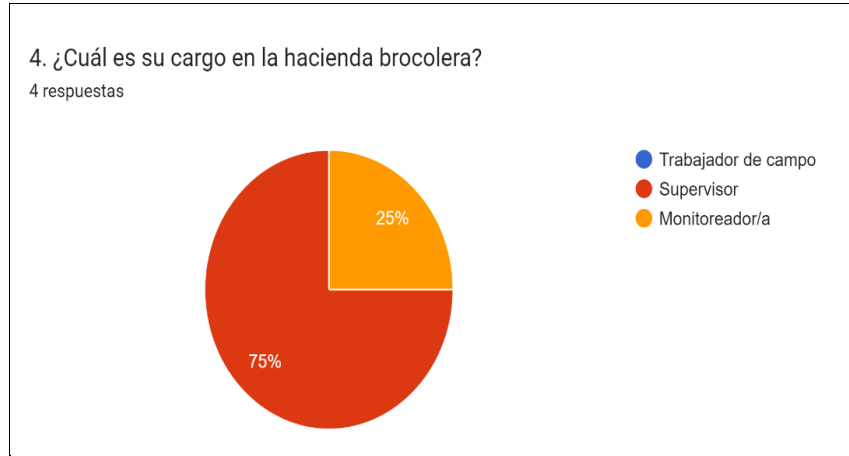


Figura 20 Cuarta pregunta

**Análisis:** En el siguiente gráfico se muestra los resultados de las personas encuestadas según su cargo en la hacienda brocolera, tenemos un 75% de las personas encuestadas que su cargo asignado en la hacienda es de supervisores, mientras que el 25% su cargo es monitorea.

### 5.1.5 ¿Cuántos años de experiencia tiene trabajando en el cultivo de brócoli?

Tabla 11 Quinta pregunta

5. ¿Cuántos años de experiencia tiene trabajando en el cultivo de brócoli?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 1 año	0	0%
Entre 1 y 3 años	1	25%
Entre 3 y 5 años	1	25%
Mas de 5 años	2	50%

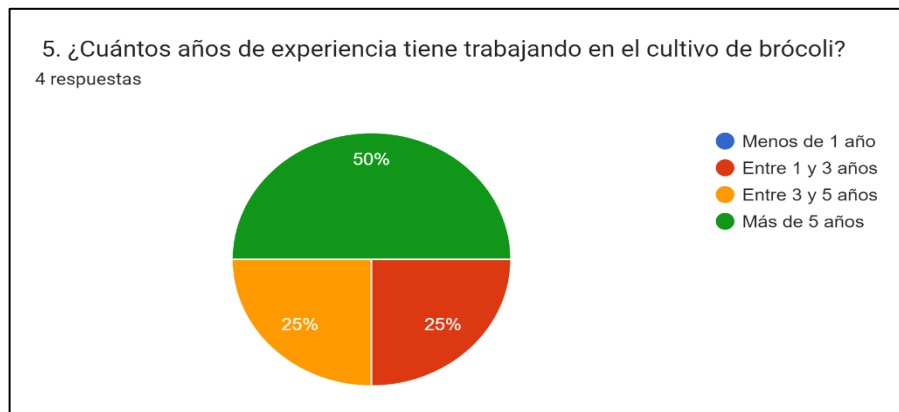


Figura 21 Quinta pregunta



**Análisis:** En el siguiente gráfico se muestra el resultado de las personas encuestadas según su experiencia en el área del cultivo del brócoli, teniendo un 50% de experiencia en más de 5 años, un 25% entre 3 y 5 años de experiencia, y el otro 25% entre 1 y 3 años de experiencia en lo que llevan trabajando en la hacienda y así mismo en el área de cultivo de brócoli.

**5.1.6 ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la hacienda brocolera en relación con el monitoreo de plagas?**

Tabla 12 Sexta pregunta

<b>6. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la hacienda brocolera en relación con el monitoreo de plagas?</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Dificultad para detectar plagas a tiempo	0	0%
Falta de personal capacitado para identificar plagas	1	25%
Dificultad para registrar y monitorear datos de plagas	3	75%
Falta de comunicación efectiva entre los trabajadores de campo y la gerencia.	0	0
<b>Total</b>	4	100%

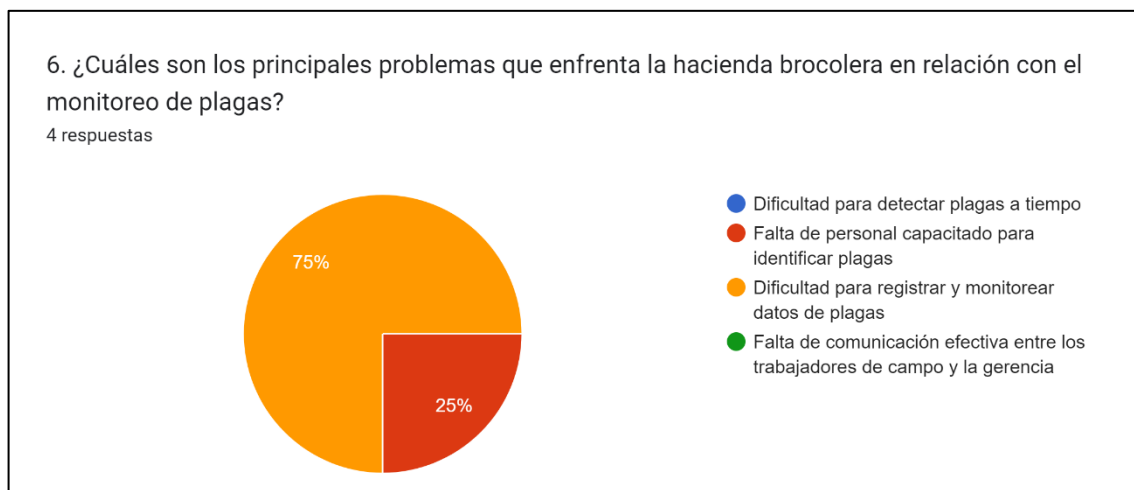


Figura 22 Sexta pregunta

**Análisis:** En el siguiente gráfico se muestra los resultados obtenidos por las personas encuestadas con los principales problemas que enfrenta las haciendas brocolera para el monitoreo de plagas, tenemos las siguientes respuestas:

El 75% representa a la dificultad que tienen al momento de registrar y monitorear datos de las plagas, por otro lado, también tenemos un 25% que representa a la falta de personal capacitado para identificar las plagas.

### 5.1.7 ¿Cuáles son las principales plagas que afectan en el cultivo de brócoli en la Hacienda San Antonio?

Tabla 13 Séptima pregunta

7. ¿Cuáles son las principales plagas que afectan el cultivo de brócoli en la Hacienda San Antonio?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Pulgón	4	100%
Gusano Trozador	1	25%
Orugas	0	0%
Ácaros	0	0%
Plutella	1	25%

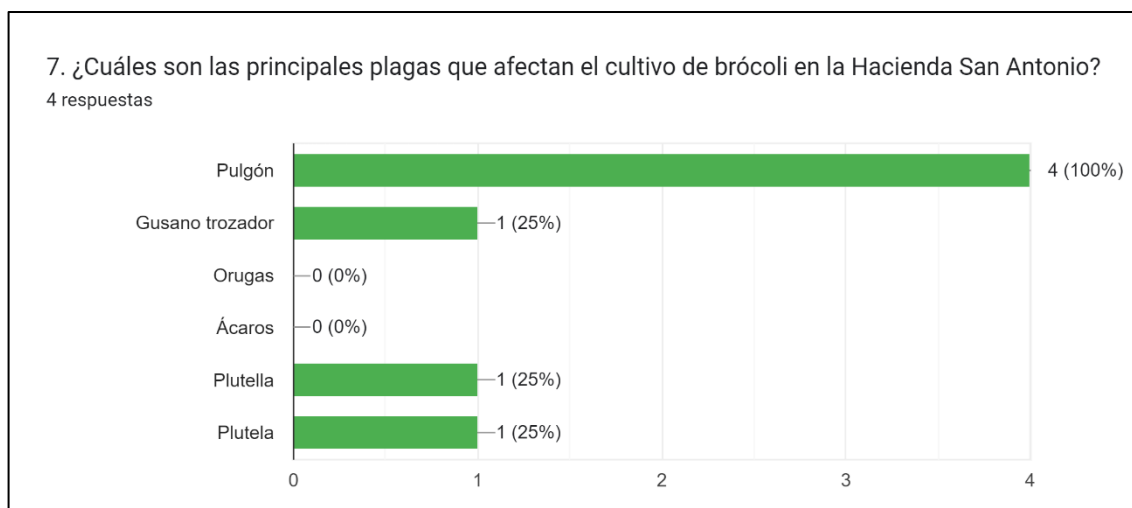


Figura 23 Séptima pregunta

**Análisis:** En el siguiente gráfico se muestra las principales plagas que afectan en el cultivo de brócoli en el Hacienda San Antonio, teniendo como resultado lo siguiente:

Según la encuesta realizada tenemos el Pulgón que es uno de las principales plagas que afectan al cultivo del brócoli, con el más alto porcentaje de 100%.

También tenemos al Gusado trozador y la Plutela, otras de las principales plagas que afectan el cultivo de brócoli, pero estas con un 25% de aparición. Como podemos la plaga que más ataca al cultivo es el pulgón.

### 5.1.8 ¿Qué métodos se utilizan actualmente en la Hacienda San Antonio para detectar plagas?

Tabla 14 Octava pregunta

8.¿Qué métodos de monitoreo se utilizan actualmente en la Hacienda San Antonio para detectar plagas?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Inspección manual	4	100%
Sensores de campo	0	0%
Uso de drones	0	0%
<b>Total</b>	4	100%

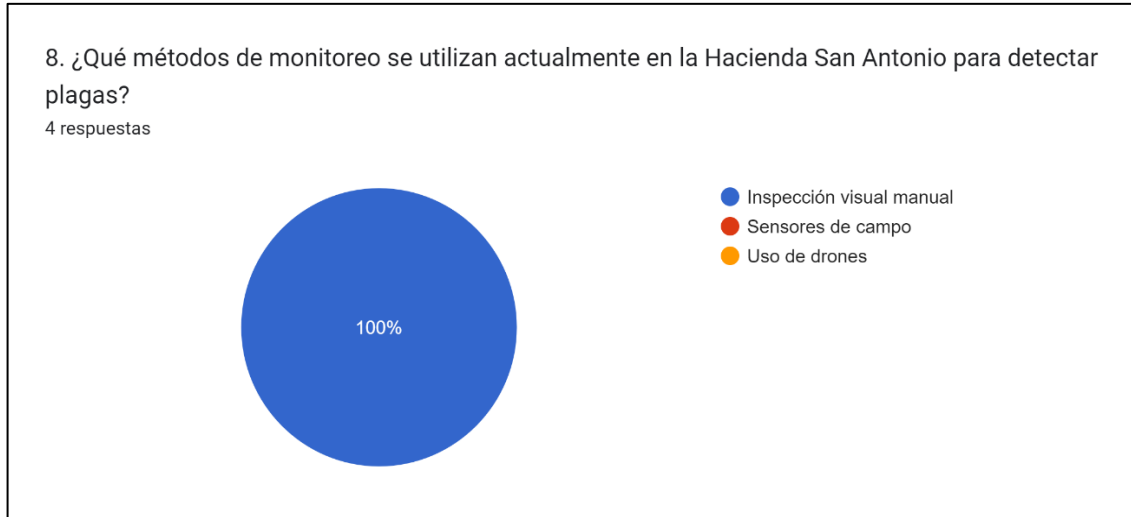


Figura 24 Octava pregunta

**Análisis:** En el siguiente gráfico se muestra el resultado del método que utilizan actualmente en la Hacienda San Antonio para detectar la plaga, según las respuestas de las personas encuestas, el monitoreo lo realizan con inspección visual manual, dando un porcentaje de 100% a esta pregunta, ya que no cuenta con un sistema que les ayude a realizar el monitoreo de forma rápida y eficaz.

**5.1.9 ¿Ha utilizado alguna aplicación móvil para el monitoreo de plagas en el pasado?**

Tabla 15 Novena pregunta

<b>9. ¿Ha utilizado alguna aplicación móvil para el monitoreo de plagas en el pasado?</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	0%	0%
No	4	100%
<b>Total</b>	4	100%



Figura 25 Novena pregunta

**Análisis:** En la siguiente gráfica se muestra el resultado de las personas encuestadas, que mencionan que no han utilizado un aplicativo móvil que les ayude a monitorear las plagas, el resultado de esta pregunta es del 100% de negatividad, ya que desconoces la existencia de algún aplicativo móvil que les ayude con dicha actividad.

**5.1.10 En caso de adquirir una aplicación móvil. ¿Qué características le gustaría que tuviera la aplicación móvil para el monitoreo de plagas?**

Tabla 16 Décima pregunta

<b>10. En caso de adquirir una aplicación móvil ¿Qué características le gustaría que tuviera la aplicación móvil para el monitoreo de plagas?</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Posibilidad de tomar y subir fotos de plagas para su identificación	3	75%
Acceso a una base de datos de plagas comunes en el cultivo de brócoli	3	75%
Recomendaciones sobre cómo controlar y eliminar plagas	1	25%



Otra: Información completa de la plaga como el estadio en se encuentra. Además de una base de datos de la hacienda en la cual se maneje el historial de severidad y presencia de la plaga en comparación a otros ciclos.	1	25%
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	-----

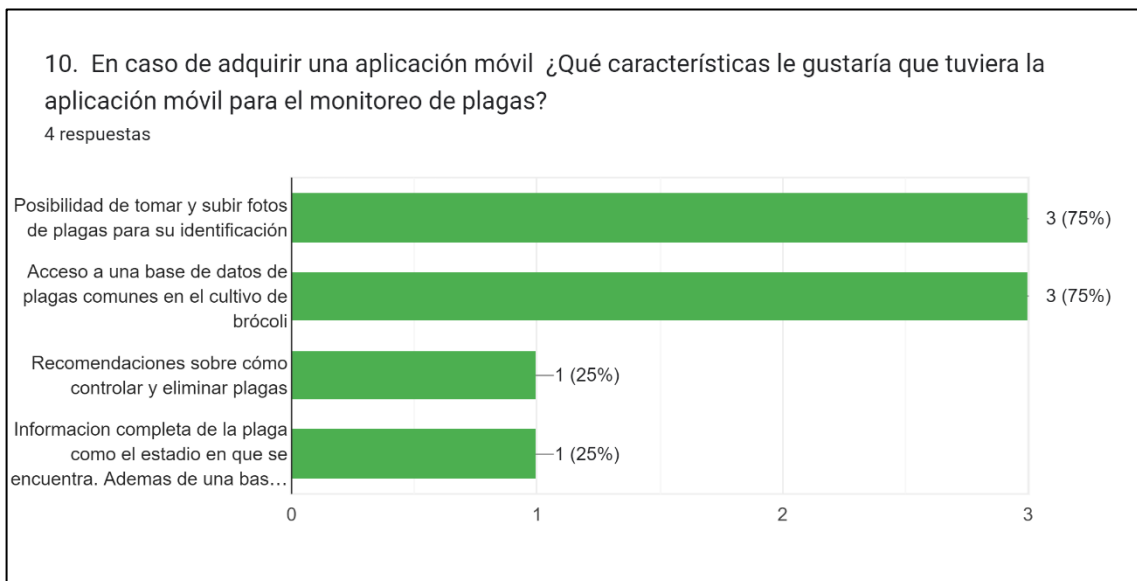


Figura 26 Décima pregunta

**Análisis:** En la siguiente gráfica se muestran las opciones que les gustaría que contenga una aplicación móvil que adquieran, tenemos:

Con un 75% tenemos la posibilidad de tomar y subir fotos de plagas para su identificación, así mismo la siguiente característica tiene el mismo porcentaje 75% pero para que tenga acceso a una base de datos de plagas comunes en el cultivo del brócoli.

Tenemos también el 25% que el aplicativo móvil pueda recomendar sobre cómo controlar y eliminar la plaga, y como sugerencia adicional tenemos que la aplicación móvil brinde información completa de la plaga como el estadio en se encuentra. Además de una base de datos



de la hacienda en la cual se maneje el historial de severidad y presencia de la plaga en comparación a otros ciclos.

**5.1.11 ¿Con qué frecuencia usaría una aplicación móvil para el monitoreo de plagas?**

Tabla 17 Onceava pregunta

<b>11. ¿Con qué frecuencia usaría una aplicación móvil para el monitoreo de plagas?</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Semanalmente	3	75%
Mensualmente	0	0
Ocasionalmente	1	25%
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>100%</b>

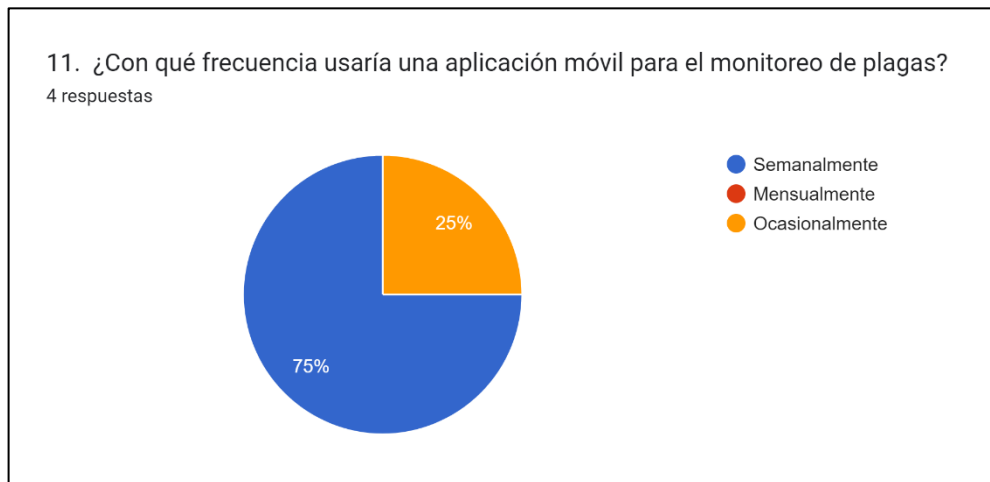


Figura 27 Onceava pregunta

**Análisis:** En la siguiente gráfica se muestra la frecuencia con la que utilizarían una aplicación móvil para realizar el monitoreo lo utilizarían semanalmente, con un 75%, y el 25 % lo utilizarían ocasionalmente.

### 5.1.12 ¿Qué dispositivos utilizaría para acceder a la aplicación móvil?

Tabla 18 Doceava pregunta

12. ¿Qué dispositivo utilizaría para acceder a la aplicación móvil?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Smartphone	2	50%
Tablet	2	50%
<b>Total</b>	4	100%

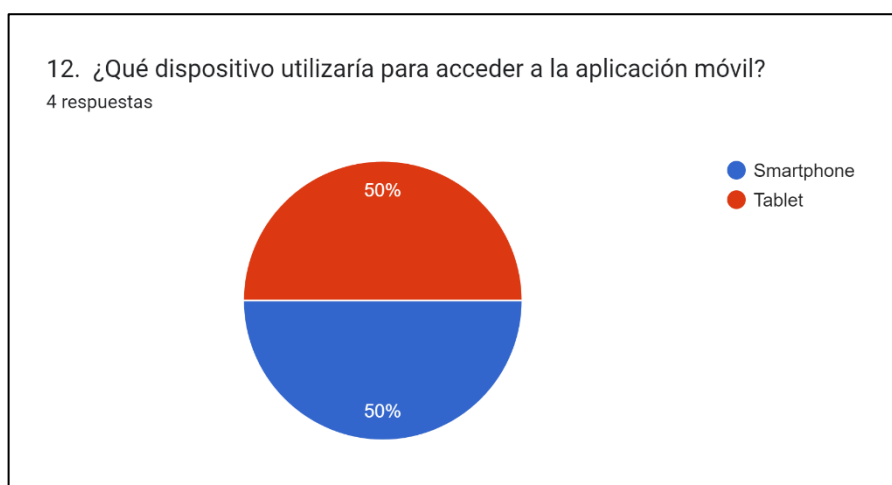


Figura 28 Doceava pregunta

**Análisis:** En la siguiente gráfica se muestra la respuesta del dispositivo móvil que utilizarían para acceder a la aplicación móvil, tenemos el 50% en smartphone y el otro 50% en Tablet.

### 5.1.13 ¿Cuáles son las principales fuentes de información que utilizan actualmente para el manejo de plagas?

Tabla 19 Treceava pregunta

13. ¿Cuáles son las principales fuentes de información que utilizan actualmente para el manejo de plagas?		
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Consultores agrícolas	1	25%
Publicaciones científicas	1	25%
Experiencia propia	3	50%



Comunidades de agricultores	0	0%
<b>Total</b>	4	100%

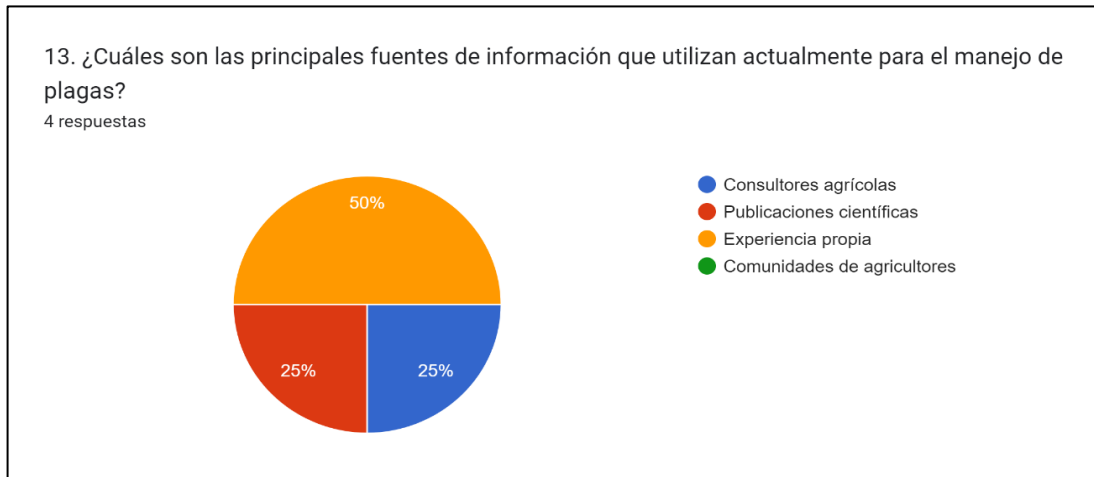


Figura 29 Treceava pregunta

**Análisis:** En la siguiente gráfica se muestra las respuestas de las principales fuentes que utilizan actualmente para el manejo de plagas, tenemos los siguientes resultados:

Tenemos un 25% que lo realizan en consultores agrícolas, el otro 25% en publicaciones científicas, y el ultimo y con mayor porcentaje, tenemos 50% de experiencia propia.

## 5.2 Aplicación de la Metodología Mobile-D

### 5.2.1 Fase de Exploración

#### a) Modelo de Trabajo de la Hacienda

Existen 24 personas directas que trabajan en el cultivo de brócoli en la Hacienda San Antonio de la parroquia de Poaló, esta hacienda se enfoca en el cultivo de brócoli, debido a que tiene gran exportación y demanda en los mercados internacionales. El brócoli es altamente valorado por sus beneficios nutricionales y sostenibles. La hacienda ha implementado prácticas agrícolas avanzadas para garantizar la calidad y seguridad del producto, asegurando que cada cosecha cumpla con los estándares más exigentes. Además, el cultivo de brócoli en la Hacienda San Antonio contribuye al desarrollo económico de la comunidad local, proporcionando empleo y promoviendo prácticas agrícolas responsables y respetuosas con el medio ambiente.

**b) Definiciones de Grupos de Interés**

En esta parte del proyecto se definió los involucrados del proyecto detallando las responsabilidades que ocupan cada una de ellas.

En la tabla 20 se puede ver las definiciones de grupo de interés

Tabla 20 Definiciones de grupos de interés

<b>Equipo de Desarrollo</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción</b>
Jefe de proyecto	Ing.Mtr. Karla Cantuña	Persona responsable en dar seguimiento y cumplimiento de las actividades del proyecto.
Programador	Doris Farinango, Edwin Gutierrez	Personas responsables en diseñar y desarrollar el sistema del aplicativo móvil.
Tester	Doris Farinango, Edwin Gutierrez	Personas encargadas en realizar las pruebas de la aplicación móvil para identificar el cumplimiento de las funcionalidades y resolver errores.

En la tabla 21 se ver el equipo cliente

Tabla 21 Equipo cliente

<b>Equipo de Desarrollo</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción</b>
Supervisor de campo	Ing.Katerine Carvajal	Responsable de ejecución y seguimiento de actividades.
Técnico de campo	Ing. Gabriel Tapia	Responsable de planificación de actividades, seguimiento y evaluación de resultados.
Jefe de cosecha	Ing. Estela Guamangate	Responsable de planificación, ejecución y cosecha de brócoli.



Monitoreadora	Sra. Silvia Guaña	Responsable de monitoreo de cultivo y reporte de datos.
---------------	-------------------	---------------------------------------------------------

### c) Definición de requisitos iniciales

- **Requisitos iniciales**

En la siguiente tabla se detallan los requisitos iniciales de la aplicación móvil.

- **Información del proyecto**

En la descripción del proyecto se detalla el nombre del aplicativo móvil, el objetivo general y las herramientas de programación.

En la tabla 22 se puede ver la información del proyecto

Tabla 22 Información del proyecto

Requisitos Iniciales	Descripción
Nombre de la aplicación móvil	BrocoScan
Objetivo General	Desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de plagas en el cultivo de brócoli en la Hacienda San Antonios situada en la parroquia Poaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, mediante algoritmos de recomendación.
Herramientas	

### d) Definición de requisitos funcionales

- **Requisitos funcionales**

En la siguiente tabla se detallan los requisitos funcionales de la aplicación.

Tabla 23 Requisitos Funcionales

REQUISITOS FUNCIONALES		
ID Requisito	Descripción	Prioridad.



RF001	El sistema debe permitir a los usuarios ingresar al menú principal.	Media
RF002	El sistema debe permitir al usuario proporcionar el nombre de la plaga y las recomendaciones sobre el control de las plagas identificadas.	Alta
RF003	El sistema debe permitir al usuario poder consultar el historial de las plagas registradas.	Baja
RF004	El sistema debe permitir al usuario el escaneo de una plaga mediante el uso de la cámara o la galería para el reconocimiento de plagas del brócoli.	Alta
RF005	El sistema debe permitir al usuario guardar los datos de los resultados obtenidos.	Media
RF006	El sistema debe permitir al usuario eliminar algún resultado guardado.	Medio.

e) **Requisitos no funcionales**

En la siguiente tabla se detalla los requisitos no funcionales que tendrá la aplicación móvil.

Tabla 24 Requisitos No Funcionales

<b>REQUISITOS NO FUNCIONALES</b>		
<b>ID Requisito</b>	<b>Descripción</b>	<b>Prioridad</b>
RNF001	El sistema debe ser desarrollado para dispositivos que cuenten con una versión igual o superior a Android 9	Media
RNF002	El sistema debe contar con un tiempo de respuesta rápido para brindar recomendaciones oportunas	Alta



RNF003	El sistema debe ser compatible con las distintas cámaras de los dispositivos con la finalidad de capturar imágenes de las plagas	Alta
RNF004	El sistema debe contar con una interfaz que sea adaptable a diferentes tamaños de pantalla y resoluciones.	Baja

#### f) Definición del alcance del proyecto

El proyecto se centrará en el desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de plagas del brócoli. El propósito del desarrollo de esta aplicación móvil tiene como finalidad ayudar al personal de la hacienda San Antonio en el monitoreo de plagas para tener un buen control, especialmente a la persona encargada del área de monitoreo.

### 5.2.2 Fase de inicialización

#### 5.2.2.1 Configuración del entorno de desarrollo

La configuración del entorno de desarrollo es únicamente para el desarrollador del proyecto, se encarga de implantar cada una de las herramientas que se va a utilizar durante el desarrollo del aplicativo móvil.

**Tipo de desarrollo:** Aplicación para Android.

En la tabla 25 se puede ver los recursos de hardware

Tabla 25 Recursos de hardware

Equipos	Características
Maquina N° 1	Laptop HP, AMD E2-9000e RADEON R2, 4 COMPUTE CORES 2C+2G 1.50 GHz, memoria ram de 8,00 GB (7,44 GB utilizable)
Maquina N° 2	Lenovo Ryzen 5, AMD Ryzen 5 3500 with Radeon Vega Mobile Gfx 2.10 GHz, memoria ram 8
Celular N° 1	Samsung Galaxy A05, versión de One UI 6.1, versión de Android 14.
Celular N° 2	Realme 7 pro, versión de UI 3.0, verdion Android 12.



En la tabla 26 se puede ver los recursos de software

Tabla 26 Recursos de Software

Recursos de Software
Framework de Flutter
Visual Studio
Android Studio

### 5.2.2.2 Preparación del entorno de desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó las siguientes herramientas:

- **Instalación de Flutter**

La instalación de Flutter para sistemas operativos Windows es descargada desde la página oficial, las reglas oficiales establecen que el archivo ZIP descargado debe descomprimir. En los pasos anteriores se configura el editor de variables de entorno del sistema (PATCH). Agregando la ruta en la carpeta “bin” de Flutter y luego se ejecuta en la terminal. Para verificar la instalación de Flutter se ejecuta el comando (Flutter doctor) en la terminal. Este comando introduce una lista de dependencias recomendadas para un funcionamiento adecuado.

- **Instalación de Android Studio**

Una de las dependencias de Flutter es Android Studio (versión 2022.3), que instala Android para Windows 10, utilizando la guía de instalación del sitio web oficial, configuramos los componentes necesarios durante el proceso de instalación de Android son el SDK de Android y emuladores.

- **Instalación de Visual Studio**

Otra dependencia de Flutter es Visual Studio Code, la versión de Windows que está instalada, después de descargar las extensiones Flutter y Dart del sitio oficial, empezamos el desarrollo de aplicaciones móviles.

### 5.2.2.3 Diagrama de caso de Uso

#### 5.2.2.3.1 Diagrama General

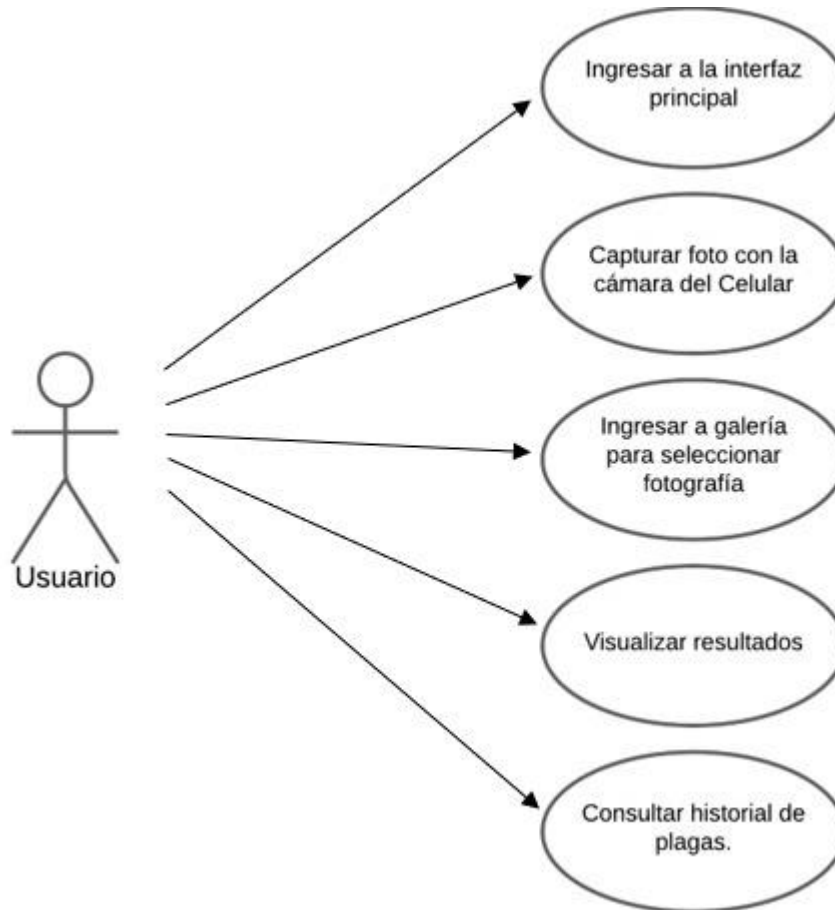


Figura 30 Diagrama de caso de Uso

#### Casos de uso a detalle: Ingreso a la interfaz principal

En la siguiente tabla, se detalla el proceso que debe cumplir el usuario para ingresar a la aplicación

Tabla 27 Caso de uso detallado ingreso a la interfaz principal

Núm.:	CU01
Actor:	Usuario.
Nombre:	Ingresar a la interfaz principal.
Autores:	Investigadores.



<b>Descripción:</b>	El usuario abre la aplicación y puede acceder a la interfaz principal en donde se encontrará las principales opciones de la aplicación.
<b>Flujo Normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El usuario abre la aplicación desde el dispositivo móvil.</li><li>2. El sistema mostrará la pantalla de inicio con las opciones principales preestablecidas.</li></ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	1.1. El usuario no tiene conexión a internet, el sistema muestra un mensaje de advertencia, pero permite el ingreso a las funcionalidades offline.
<b>Precondiciones:</b>	El usuario debe contar con la aplicación previamente instalada.
<b>Post condiciones:</b>	El usuario se encuentra en la interfaz principal de la aplicación.

**Casos de uso a detalle:** Capturar foto con la cámara del celular

En la siguiente tabla, se detalla el proceso que debe seguir para realizar la captura de una fotografía con la cámara del celular.

Tabla 28 Caso de uso detallado capturar foto con la cámara del celular

<b>Núm.:</b>	CU02
<b>Actor:</b>	Usuario.
<b>Nombre:</b>	Capturar fotografía con la cámara del celular.
<b>Autores:</b>	Investigadores.
<b>Descripción:</b>	El usuario toma una fotografía utilizando la cámara del dispositivo para analizar posibles plagas que afecten el cultivo de brócoli.
<b>Precondiciones:</b>	El usuario debe tener la aplicación instalada y abierta en su dispositivo móvil.



<b>Flujo Normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El usuario selecciona la opción “Tomar Foto” que se encuentra en la interfaz principal.</li><li>2. El sistema le solicitará permisos para que pueda utilizar la cámara si no han sido concedidos previamente.</li><li>3. El usuario concederá permisos para usar la cámara.</li><li>4. El usuario toma la fotografía.</li><li>5. El sistema analizará la imagen en busca de plagas registradas.</li><li>6. El sistema mostrará los resultados obtenidos después del análisis de la fotografía con una breve descripción de la plaga.</li></ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Si los permisos de uso fueron concedidos con anterioridad, la aplicación se saltará este paso e ira directamente al paso 4.</li><li>3.1. El usuario no concede permisos de cámara, la aplicación muestra un mensaje de error.</li></ol>
<b>Post condiciones:</b>	El usuario obtiene el análisis de la plaga basado en la fotografía tomada.

**Casos de uso a detalle:** Ingreso a la galería para seleccionar fotografía

En la siguiente tabla, se detalla el proceso que se debe seguir para seleccionar una foto desde la galería.

Tabla 29 Caso de caso de uso detallado ingreso a la galería seleccionar fotografía

<b>Núm.:</b>	CU03
<b>Actor:</b>	Usuario
<b>Nombre:</b>	Ingresar a la galería para seleccionar la fotografía.
<b>Autores:</b>	Investigadores



<b>Descripción:</b>	El usuario selecciona una fotografía desde la galería del dispositivo para su análisis.
<b>Precondiciones:</b>	El usuario debe contar con la aplicación instalada y abierta en su dispositivo móvil.
<b>Flujo Normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El usuario selecciona la opción “Seleccionar de Galería”.</li><li>2. La aplicación solicita permisos para acceder a la galería si no han sido concedidos previamente.</li><li>3. El usuario concede permisos para acceder a la galería.</li><li>4. La aplicación muestra la galería.</li><li>5. El usuario selecciona la galería.</li><li>6. La aplicación muestra los resultados del análisis.</li></ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	<p>2.1. Si los permisos para acceder a la galería fueron concedidos con anterioridad, la aplicación se saltará este paso e ira directamente al paso 4.</p> <p>3.1. El usuario no concede permisos de galería, la aplicación muestra un mensaje de error y regresa a la interfaz principal.</p>
<b>Post condiciones:</b>	El usuario obtiene el análisis de la plaga mediante la fotografía seleccionada.

**Caso de uso detallado:** Visualizar resultados

En la siguiente tabla, se detalla el proceso que debe seguir el usuario para visualizar los resultados.

Tabla 30 Visualizar resultados

<b>Núm.:</b>	CU04
<b>Actor:</b>	Usuario



<b>Nombre:</b>	Visualizar Resultados.
<b>Autores:</b>	Investigadores
<b>Descripción:</b>	El usuario visualiza los resultados del análisis de la fotografía, incluyendo el nombre de la plaga y la precisión del análisis.
<b>Precondiciones:</b>	El usuario ha realizado un análisis de la fotografía entre los cuales destacan el nombre de la plaga y una descripción.
<b>Flujo Normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. La aplicación muestra el resultado del análisis con el nombre de la plaga y el porcentaje de precisión.</li><li>2. El usuario puede ver detalles los adicionales entre los cuales constan las recomendaciones de tratamiento.</li></ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	1.1. La aplicación no encuentra coincidencias y muestra un mensaje indicando que no se detectó ninguna plaga.
<b>Post condiciones:</b>	El usuario obtiene información detallada sobre la plaga que se logró identificar.

**Caso de uso detallado:** Consultar historial de plagas

En la siguiente tabla, se detalla el proceso que se debe seguir para consultar el historial de plagas.

Tabla 31 Consultar historial de plagas

<b>Núm.:</b>	<b>CU05</b>
<b>Actor:</b>	Usuario
<b>Nombre:</b>	Consultar historial de plagas.
<b>Autores:</b>	Investigadores

<b>Descripción:</b>	El usuario accede a un registro de análisis anteriores para revisar las plagas identificadas en el pasado.
<b>Precondiciones:</b>	El usuario debe contar con la aplicación instalada y abierta en su dispositivo móvil.
<b>Flujo Normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario selecciona la opción “Historial de Plagas” desde la interfaz principal.</li> <li>2. La aplicación muestra una lista de análisis previos con fecha y resultados.</li> <li>3. El usuario selecciona un registro para ver mas detalles.</li> </ol>
<b>Flujo alternativo 1:</b>	a. El usuario no tiene registros previos y la aplicación muestra un mensaje indicando que no hay datos disponibles.
<b>Post condiciones:</b>	El usuario puede ver y revisar el historial del análisis de plagas que se haya realizado con anterioridad.

### 5.2.2.3 Diseño de la aplicación



Figura 31 Diseño de la aplicación

### 5.2.2.4 Esquema de entrenamiento del algoritmo

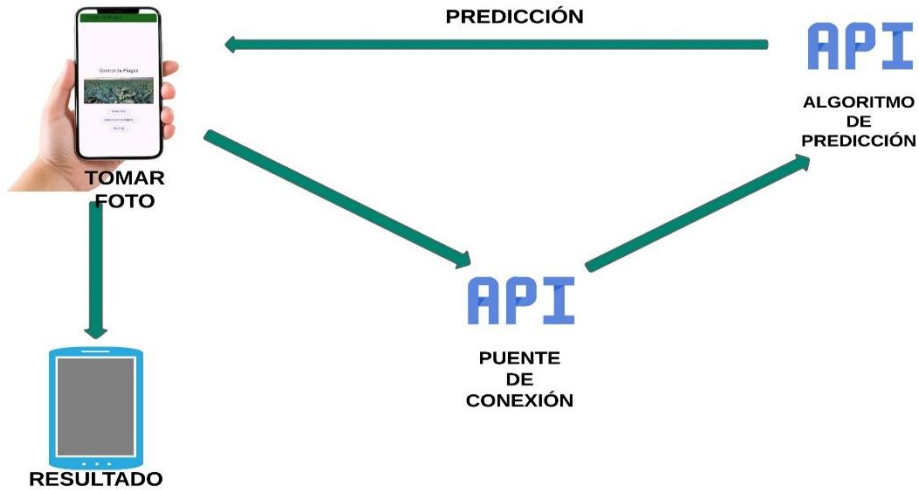


Figura 32 Esquema de entrenamiento del algoritmo

### 5.2.2.5 Diseño de clase Aplicación-Modelo

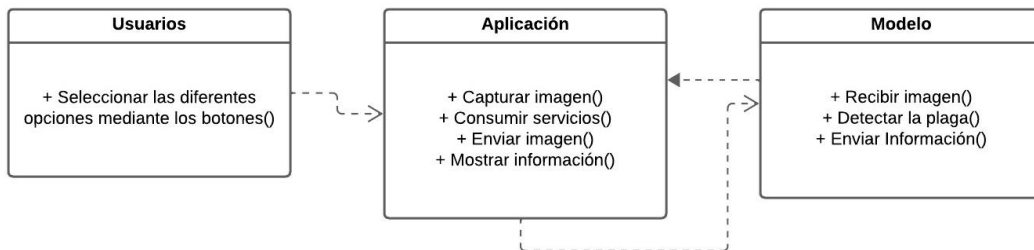


Figura 33 Diseño de clase de aplicación-modelo

### 5.2.2.6 Esquema de navegación del usuario

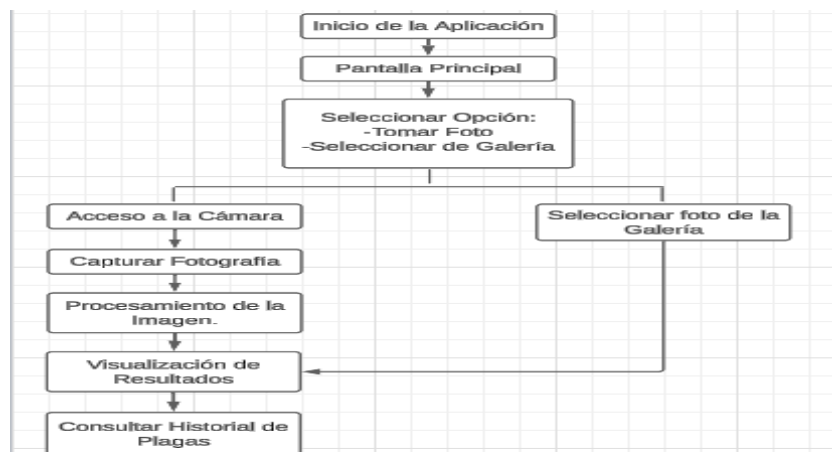


Figura 34 Esquema de navegación del usuario

### 5.2.3 Fase de producción

- Interfaz de Inicio “Bienvenida”

En esta primera pantalla se muestra la bienvenida de la aplicación móvil, con una interfaz amigable para el usuario.



Figura 35 Interfaz de inicio

- Interfaz de mensaje de Bienvenida

En esta segunda pantalla se encuentra un mensaje de Bienvenida para el ingreso al menú de opciones.



Figura 36 Interfaz de mensaje de bienvenida

- Interfaz de pantalla de menú de opciones

En esta siguiente pantalla se muestra las opciones que contiene la aplicación móvil, para realizar las acciones que los usuarios deseen.



Figura 37 Interfaz de menú de opciones

- Interfaz de tomar o seleccionar una foto

En esta pantalla se muestra la acción que realiza al elegir la opción tomar foto o seleccionar desde la galería.

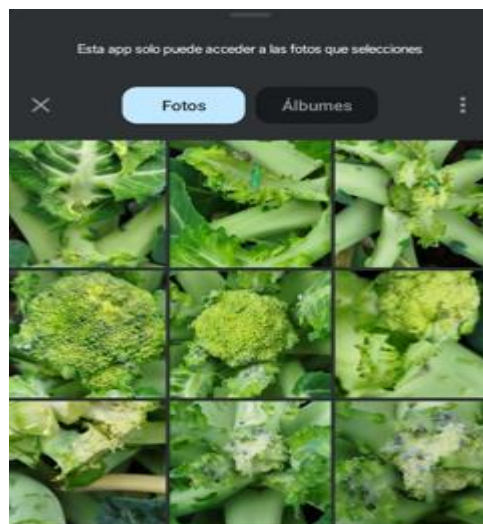


Figura 38 Interfaz de tomar o seleccionar una foto

- Interfaz de análisis de respuesta

En esta pantalla se muestra el resultado del análisis obtenido al identificar la plaga, en caso de ser reconocido se mostrar la información correspondiente al identificar, caso contrario mostrara en la pantalla “Resultado Desconocido”.



Figura 39 Interfaz d análisis de respuesta

- Interfaz de Historial

En esta pantalla se mostrará el número de consultas realizadas



Figura 40 Interfaz de historial

## 5.2.4 Fase de estabilización

- Configuración de versión y dependencias

En el archivo “pubspec.yaml” se realiza la configuración de las dependencias y versiones que se va a utilizar.

```
dependencies:
  flutter:
    sdk: flutter
  image_picker: ^0.8.4+4
  provider: ^6.0.0

dev_dependencies:
  flutter_test:
    sdk: flutter

flutter:
  uses-material-design: true

assets:
  - assets/gusano_trozador.png
  - assets/mosca_repollo.png
  - assets/polilla.png
```

Figura 41 Configuración de versión y dependencias

- Página principal “Home”

La página principal “HomePage” en la cual se recibe con un mensaje de bienvenida al usuario.

```
child: Column(
  mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
  children: [
    Text(
      'Bienvenido',
      style: TextStyle(fontSize: 24, fontWeight: FontWeight.bold),
    ),
    SizedBox(height: 16),
    Image.asset('assets/home_image.png'), // Imagen de la página principal
    SizedBox(height: 16),
    ElevatedButton(
      onPressed: () {
        Navigator.push(
          context,
          MaterialPageRoute(builder: (context) => SecondPage()),
        );
      },
      child: Text('Empezar'),
    ),
  ],
)
```

Figura 42 Página principal Home

- Pagina Secundaria “SecondPage”

En este apartado se muestra el inicio de la aplicación.

```
child: Column(  
  mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,  
  children: [  
    Image.asset('assets/brocoscan_image.png'), // Imagen de Brocoscan  
    SizedBox(height: 16),  
    ElevatedButton(  
      onPressed: () {  
        Navigator.push(  
          context,  
          MaterialPageRoute(builder: (context) => ThirdPage()),  
        );  
      },  
      child: Text('Siguiente'),  
    ),  
  ],  
)
```

Figura 43 SecondPage

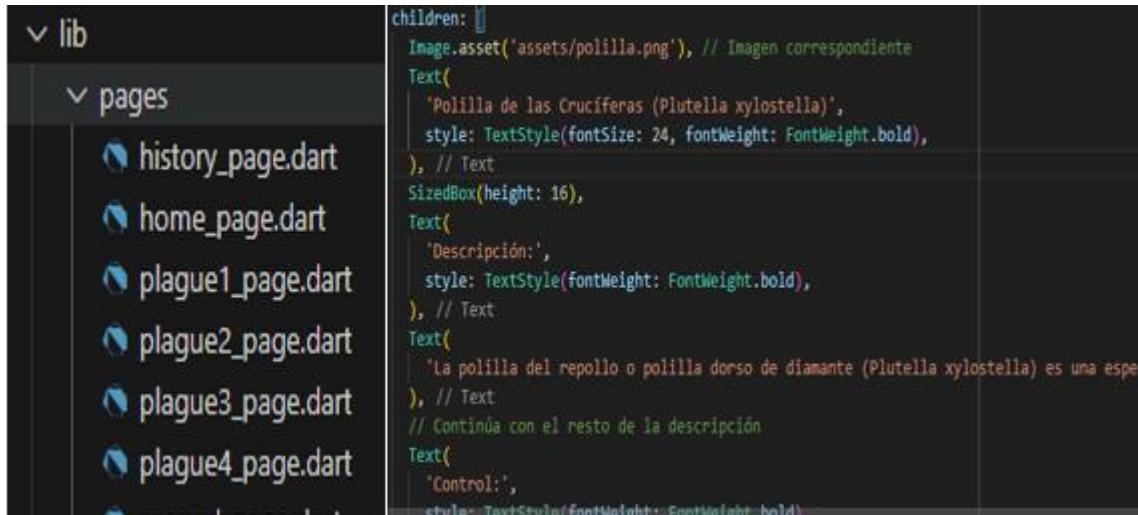
- Opciones a elegir por el usuario

En esta interfaz se muestra las opciones que el usuario puedes elegir, contiene los botones: tomar una foto, seleccionar la foto de la galería y un historial de consultas realizadas.

```
pages > third_page.dart > _ThirdPageState > build  
class _ThirdPageState extends State<ThirdPage> {  
  Widget build(BuildContext context) {  
    onPressed: _pickImageFromCamera,  
    child: Text('Tomar Foto'),  
  ), // ElevatedButton  
  SizedBox(height: 16),  
  ElevatedButton(  
    onPressed: _pickImageFromGallery,  
    child: Text('Seleccionar desde Galería'),  
  ), // ElevatedButton  
  SizedBox(height: 16),  
  ElevatedButton(  
    onPressed: () {  
      Navigator.push(  
        context,  
        MaterialPageRoute(builder: (context) => HistoryPage()),  
      );  
    },  
    child: Text('Historial'),  
  ), // ElevatedButton  
  ],  
), // Column
```

Figura 44 Opciones a elegir por el usuario

- Creación de los archivos. Dart para las plagas



```

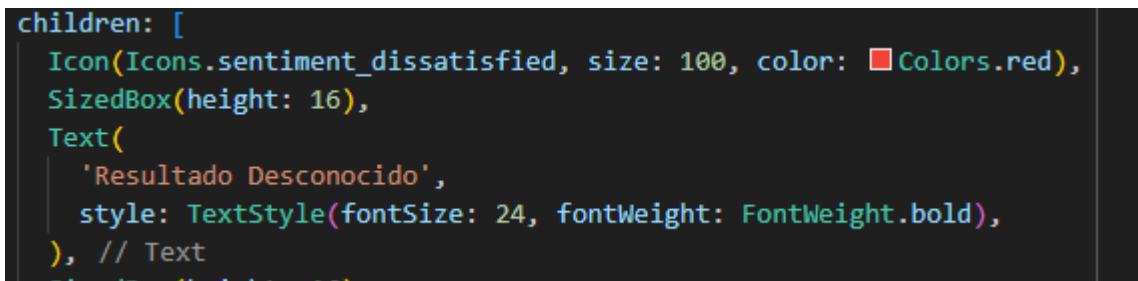
children: [
  Image.asset('assets/polilla.png'), // Imagen correspondiente
  Text(
    'Polilla de las Crucíferas (Plutella xylostella)',
    style: TextStyle(fontSize: 24, fontWeight: FontWeight.bold),
  ), // Text
  SizedBox(height: 16),
  Text(
    'Descripción:',
    style: TextStyle(fontWeight: FontWeight.bold),
  ), // Text
  Text(
    'La polilla del repollo o polilla dorso de diamante (Plutella xylostella) es una espe
  ), // Text
  // Continúa con el resto de la descripción
  Text(
    'Control:',
    style: TextStyle(fontWeight: FontWeight.bold)
  )
]

```

Figura 45 Creación de los archivos.Dart

- Muestra de mensaje de reconocimiento

El archivo “UnknownPage” nos muestra un mensaje cuando la imagen de la plaga seleccionada no se encontró entre los resultados agregados.



```

children: [
  Icon(Icons.sentiment_dissatisfied, size: 100, color: Colors.red),
  SizedBox(height: 16),
  Text(
    'Resultado Desconocido',
    style: TextStyle(fontSize: 24, fontWeight: FontWeight.bold),
  ), // Text
]

```



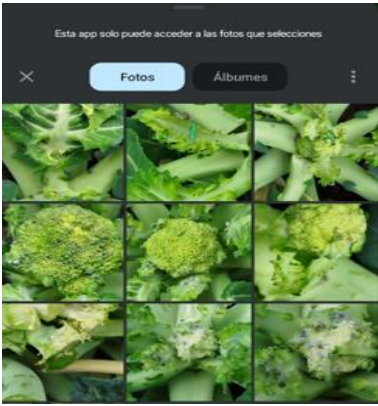
Figura 46 Mensaje de reconocimiento

### 5.2.5 Fase de pruebas

En la tabla 32 se puede ver la fase de pruebas

Tabla 32 Fase de pruebas

<b>ID/Nombre Caso de Prueba</b>	<b>Autor del caso de Prueba:</b>
<b>CP001: Uso de funcionalidades</b>	<b>Doris Farinango, Edwin Gutierrez</b>
<b>Versión: 1</b>	
<b>Condición:</b> El usuario ingresa a la aplicación	

Flujo de pasos de prueba				
N°	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Ingreso a la interfaz principal	El usuario debe visualizar la página de bienvenida	El sistema permite visualizar la página de bienvenida	
2	Capturar foto con la cámara del celular.	El usuario elige la acción deseada	El sistema permite realizar la petición del usuario "Tomar Foto"	
3	Ingresar a la galería para seleccionar fotografía.	El usuario ingresa a la galería	El sistema permite realizar la acción seleccionada "seleccionar de galería"	

4	Visualizar resultados.	El usuario selecciona la imagen	El sistema muestra información de la imagen identificada	
5	Consultar historial de plagas	El usuario ingresa a visualizar el historial	El sistema muestra las consultas realizadas	

### 5.3 Resultados de la metodología KDD

#### 5.3.1 Fase de recopilación de datos

Para esta etapa se obtuvo un conjunto de datos propio que incluyó plagas de brócoli en diferentes condiciones de crecimiento.

Tabla 33 Fase de recopilación de datos

Conjunto de Datos			
Fuente de Datos	Total de imágenes	Clases	Total
Dataset propio	280	Plutella	100
		Gusano trozador	10
		Pulgón	100
		Hylemya	70

### 5.3.2 Fase de Preprocesamiento de datos

En esta fase se realizó el pre procesamiento de las imágenes utilizadas para el entrenamiento en la cual se determinó el tamaño de las imágenes a su vez también la calidad de las mismas descartando imágenes con baja calidad para garantizar el correcto funcionamiento de los datos.



Figura 47 Fase de Preprocesamiento de datos

### 5.3.3 Fase de Transformación de datos

En esta fase se llevó a cabo la partición del dataset lo que nos permitió adaptarlo al entrenamiento, validación y pruebas requeridos por el modelo empleado. Por lo cual se aplicó una división estándar primero determinando una carpeta general denominada Plagas para luego dividir el conjunto de datos en 4 subconjuntos, las cuales representan a cada una de las plagas, la primera denominada Plutella, la segunda GusanoTrozador, la tercera Hylemya y la cuarta Pulgón, estas serán reconocidas por el algoritmo.

### 5.3.4 Fase de Minería de datos

Durante esta etapa, se utilizaron modelos preentrenados los cuales se personalizarán para adaptarlos a la necesidad de nuestro caso de estudio. Este proceso incluirá la importación y configuración de bibliotecas correspondientes a cada uno de los distintos modelos utilizados.

#### 5.3.4.1 MobileNetV2

MobileNetV2 es una arquitectura de red neuronal convolucional eficiente en cuanto a recursos, ideal para dispositivos móviles y aplicaciones con recursos limitados. Utiliza convoluciones separables en profundidad, lo que reduce significativamente la cantidad de parámetros y cálculos necesarios en comparación con arquitecturas más pesadas como ResNet o VGG.

```
!pip install tensorflow
!pip install python-multipart
!pip install fastapi
!pip install uvicorn

import tensorflow as tf
import numpy as np
```

Figura 48 Fase de minería de datos, Instalación de recursos esenciales

### 5.3.5 Fase de Evaluación de patrones

En esta etapa presentaremos los resultados obtenidos mediante la evaluación de patrones de las distintas arquitecturas de redes neuronales convolucionales.

#### 5.3.5.1 Métricas de predicción

Se utilizó la precisión (accuracy) como la métrica principal para evaluar el rendimiento del modelo durante el entrenamiento. Además, se pueden utilizar otras métricas como el Precisión, Recall, y el F1-score en la evaluación del modelo.

#### 5.3.5.2 Matriz de confusión

La matriz de confusión es una herramienta útil que nos permite evaluar el rendimiento del modelo en cada clase.

La matriz de confusión muestra un avance en la identificación de Plutella, con dos predicciones correctas. Esto refleja que los ajustes en el modelo están comenzando a dar resultados positivos, mejorando la capacidad de clasificación del modelo en esta categoría clave.

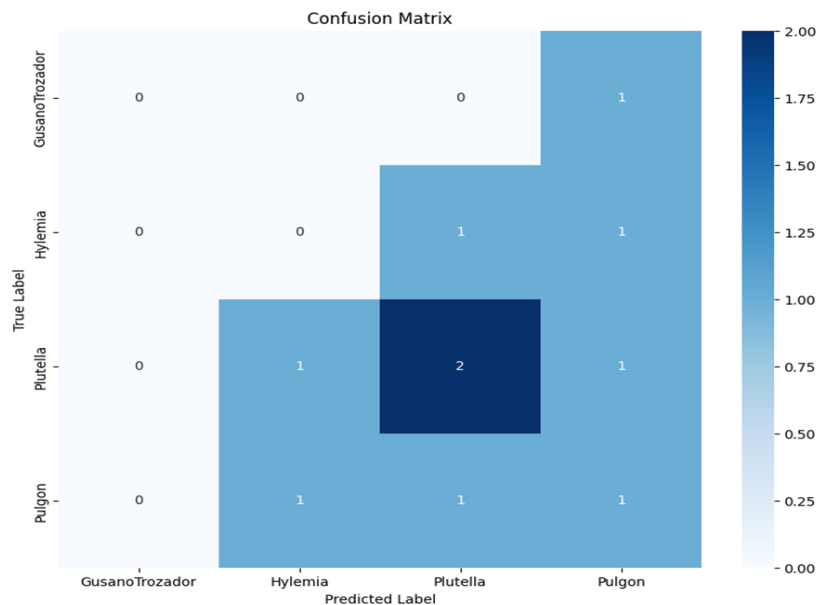


Figura 49 Fase de evaluación de patrones, matriz de confusión

### 5.3.5.3 Curva Roc

El modelo muestra un rendimiento prometedor, especialmente en la clasificación de *Plutella*, con un AUC de 0.71, lo que indica una buena capacidad de discriminación. Gusano Trozador también ha mejorado, alcanzando un AUC de 0.56. Estos avances reflejan que los ajustes recientes están comenzando a dar resultados positivos en la clasificación de plagas.

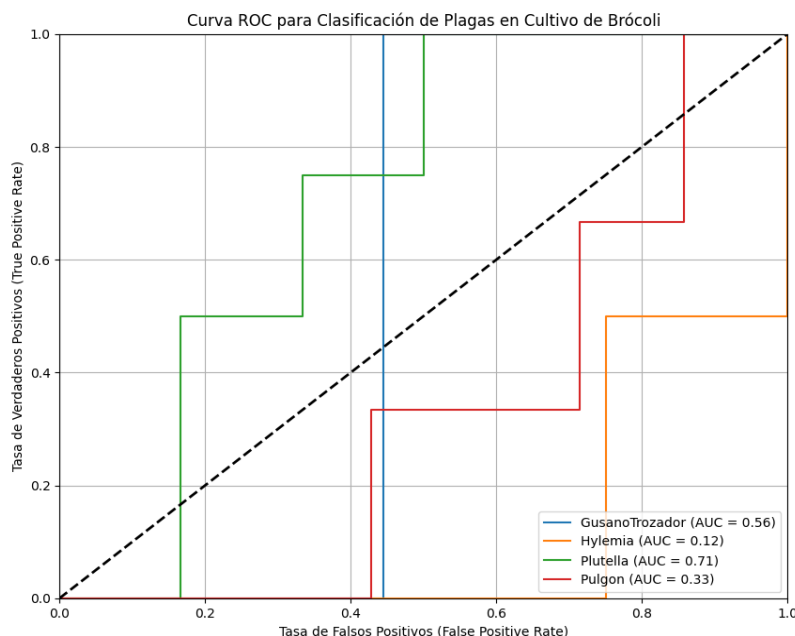


Figura 50 Fase de evaluación de patrones, curva roc

### 5.3.5.4 Resultado de la predicción

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los modelos utilizados:

Tabla 34 Tabla comparativa

Prueba	Ajustes Principales	AUC para <i>Plutella</i>	AUC para Gusano Trozador	AUC para <i>Hylemia</i>	AUC para Pulgón	Predicciones Correctas en Matriz de Confusión	Comentario
<b>Prueba 1</b>	Modelo base con MobileNetV2 sin ajuste fino	0.33	0.44	0.12	0.43	<i>Plutella</i> : 1, Gusano Trozador: 0	Primer intento sin grandes ajustes, bajo rendimiento general



<b>Prueba 2</b>	Ajuste fino con descongelado parcial, Learning rate bajo	0.50	0.81	0.44	0.90	Plutella: 1, Gusano Trozador: 0	Mejora en AUC para Pulgón, pero Plutella y Gusano Trozador siguen siendo un desafío
<b>Prueba 3</b>	Ponderación de clases para dar más peso a clases difíciles	0.71	0.56	0.12	0.33	Plutella: 2, Gusano Trozador: 0	Notable mejora en la clasificación de Plutella, progreso en AUC para Gusano Trozador
<b>Prueba Final (Actual)</b>	MobileNetV2 con ajuste fino, dropout y batch normalization, learning rate scheduler, ponderación de clases.	0.71	0.56	0.12	0.33	Plutella: 2, Pulgón: 1, Hylemia: 1	Mejor rendimiento en Plutella y progresos en otras clases, resultados alentadores en la matriz y curva ROC

#### 5.3.5.4.1 Algoritmo Utilizado

- MobileNetV2 preentrenado con ajuste fino, utilizando técnicas de dropout y batch normalización para mejorar la generalización. También se implementó un Schedule de tasa de aprendizaje y ponderación de clases para enfocarse en las clases más difíciles de clasificar.
- Plutella: Se logró un AUC de 0.71, con dos predicciones correctas en la matriz de confusión.
- Gusano Trozador: AUC de 0.56, indicando un avance en su clasificación.



La mejora general en la clasificación de las plagas es evidente, con resultados positivos tanto en la matriz de confusión como en la curva ROC.

#### 5.4 Costo del software

El costo del software de la aplicación móvil fue calculado utilizando el modelo COCOMO, el cual se emplea para estimar la duración en meses que un programador necesitará para desarrollar un proyecto de software.

##### 5.4.1 Estimación de la cantidad de instrucciones

$$L=1500 \times FD$$

$$L=1500 \times 4 =6000$$

La estimación se realizó con base en la fórmula anterior, donde L representa la cantidad de líneas de código y FD el flujo de entrada y salida de la aplicación móvil.

$$ML= \frac{L}{12000}$$

$$ML= \frac{6000}{12000} =0.5$$

En la ecuación, ML se refiere a miles de líneas de código fuente de la aplicación.

##### 5.4.2 Estimación del esfuerzo

$$ESF = 4 \times ML^{1.15}$$

$$ESF = 4 \times 0.5^{1.15} =1.92$$

$$ESF = 2 \text{ personas}$$

En esta fórmula, el 4 corresponde al modo de desarrollo del proyecto, y ML a miles de líneas de código de la aplicación.

##### 5.4.3 Estimación del tiempo de desarrollo

$$TDE = 3 \times ESF^{0.4}$$

$$TDE = 3 \times 1.92^{0.4} = 3.5$$

$$TDE = 4 \text{ meses}$$



En esta ecuación, TDE es el tiempo de desarrollo del proyecto, 3 representa el modo semiencajado según el problema, y 0.4 es el tiempo de desarrollo en ese modo.

#### 5.4.4 Estimación del personal necesario

$$CP = \frac{ESF}{TDE}$$

$$CP = \frac{1.92}{3.5} = 0.55 \approx 1$$

En la fórmula, ESF se representa la estimación del esfuerzo y TDE la estimación del tiempo de desarrollo para el proyecto.

#### 5.4.5 Estimación de productividad

$$P = \frac{L}{ESF}$$

$$P = \frac{6000 \text{ instrucciones}}{1.92 \text{ personas\_mes}} = 3125$$

En esta fórmula se determina que ESF es la estimación del esfuerzo y TDE es la estimación del tiempo de desarrollo.

#### 5.4.6 Estimación del coste

$$PV = ESF \times CHM$$

$$PV = 1.92 \times 450 = \$864$$

En esta ecuación, ESF es la estimación del esfuerzo y CHM es el salario del personal. El presupuesto total para el prototipo de la aplicación móvil para la detección de plagas en el cultivo de brócoli es de \$864, con una estimación de esfuerzo de 1.92 y la necesidad de 2 personas para completar el proyecto.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

La revisión bibliográfica ha permitido una comprensión exhaustiva de los avances y tendencias actuales en visión artificial y desarrollo de aplicaciones móviles. Se ha identificado un sólido marco teórico que sustenta la implementación de técnicas avanzadas de imagen para la detección de plagas y cultivos.



La aplicación de la metodología Mobile-D ha facilitado el desarrollo de una aplicación móvil que optimiza la usabilidad, el rendimiento y la adaptabilidad. Esta metodología ha proporcionado un enfoque sistemático para la creación de una interfaz de usuario intuitiva, rendimiento eficiente y adaptabilidad a diversos dispositivos y entornos.

La implementación de la aplicación móvil para la detección de plagas en brócoli ha demostrado ser efectiva en la identificación y clasificación de plagas. La aplicación combina técnicas avanzadas de visión artificial con una interfaz amigable, permitiendo a los usuarios capturar imágenes y recibir información precisa sobre las plagas detectadas.

## **6.2 Recomendaciones**

Dado que el campo de la visión artificial y el desarrollo de aplicaciones móviles está en constante evolución, se recomienda mantener actualizada la revisión bibliográfica con las últimas investigaciones y avances tecnológicos.

El enfoque Mobile-D ha demostrado ser eficaz en la organización y gestión de proyectos de desarrollo de aplicaciones móviles, se recomienda considerar este enfoque en otros proyectos de desarrollo de aplicaciones móviles, ya que su enfoque iterativo y colaborativo facilita la integración de datos y aumenta la precisión y usabilidad de las aplicaciones desarrolladas.

Dado que la implementación de algoritmos de inteligencia artificial ha demostrado una alta precisión en la predicción de plagas, se recomienda ampliar el estudio de otras plagas para la implementación de estos algoritmos.



## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. R. Sailema Sailema , «Evaluació de Bioles en la producció brócoli (Brrassica oleracea) var.italica,» *Universidad Técnica de Ambato*, pp. 35-63, 2023.
- [2] W. d. R. Catota Ramos y J. E. Ramírez Sabando, «EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS,» *Universidad Técnica de Cotopaxi*, pp. 26-28, 2020.
- [3] C. A. Muñoz Muñoz, «APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MOBILE-D EN EL DESARROLLO DE UNA APP MÓVIL PARA GESTIONAR CITAS MÉDICAS DEL CENTRO JEL RIOBAMBA",» *Universidad Nacional de Chimborazo*, pp. 21-26.
- [4] N. I. L. V. ERLITA PEREZ COLINA, «Plan de negocio para el servicio de monitoreo satelital del control de plagas en la producción agrícola para el departamento Piura-Perú,» LIMA, 2022.
- [5] N. R. Anchundia Sánchez, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA IOT PARA LA DETECCIÓN DE AFECTACIONES TIPO DAMPER Y MILDIU EN EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES,» *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, p. 29, 2023.
- [6] J. Maldonado-Montalvo, J. Ramírez Juárez, J. Méndez Espinosa y N. Pérez Ramírez, «El sistema de producción de brócoli desde la perspectiva del campo social de Pierre Bourdieu,» *ResearchGate*, 2017.
- [7] M. J. Tixicuro Chiza, «ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE PLATAFORMAS ANDROID E IOS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES INTELIGENTES PARA EL CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ASESORAMIENTO INFORMÁTICO CCAINFOR - IBARRA,» *UNIANDES*, pp. 20-27, 2018.
- [8] V. Merino Rueda, «Aplicación basada en Flutter para el control de dispositivos BLE,» *Universidad Autónoma de Barcelona*, pp. 1-5, 2021.



- [9] J. «Xcode and the kernel development environment,» *SemanticScholar*, pp. 8-9, Julio 2021.
- [10] J. Tan, Y. Chen y S. Jiao, «Visual Studio Code in introductory computer Science cours: An experience Report,» *arXiv*, vol. 2, pp. 6-7, 09 03 2023.
- [11] J. L. Castillo Dimas, Desarrollo de aplicaciones Android con Android Studio: conoce Android Studio, Babahoyo: José Dimas Luján Castillo, 2019, pp. 23-25.
- [12] J. F. Jácome Leal, «Análisis comparativo de lenguajes de programación Ioni y Xamarin orientados a entornos de desarrollo móvil,» *Universidad Técnica de Babahoyo*, pp. 13-16, 2023.
- [13] J. Hanna , «Creating a React Native UI Component Library,» *TURKU AMK*, n° 1, p. 39, 2024.
- [14] K. V. Corilla Quispe, «Desarrollo de aplicaciones móviles usando el lenguaje Kotlin,» *RMDA*, vol. 11, pp. 17-33, 29 06 2022.
- [15] M. Carvalho, J. Figueiredo y R. Freire, «Educación ambiental por medio de una app para cuantificación de peso de carbono,» *RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT*, vol. 10, n° 1, pp. 27-33, 01 01 2021.
- [16] J. R. Molinas Ríos, J. A. Honores Tapia, N. Pedreira Souto y H. P. Pardo León, «ESTADO DEL ARTE: METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES,» *Dialnet*, vol. 10, n° 2, pp. 17- 45, 2021.
- [17] P. A. Buñay Guisñan y C. A. Muñoz Muñoz , «APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MOBILE-D EN EL DESARROLLO DE UNA APP MÓVIL PARA GESTIONAR CITAS MÉDICAS DEL CENTRO JEL RIOBAMBA,» *Universidad Nacional de Chimborazo*, 2020.
- [18] J. Díaz Ramírez, «Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo,» *SciElo*, vol. 29, n° 2, Junio 2021.
- [19] J. A. C. Capia, «Modelo de Aprendizaje Profundo para identificar plaga en la producción de quinua,» *Revista Ingeniería*, vol. 8, n° 20, p. 39, 10 01 2024.



- [20] A. M. Ribeiro, «Rede Inception V3 voltada a identificação do Glaucoma: comparação entre métodos de otimização,» *Universidade Estadual do Piauí (UESPI)*, p. 3, 2019.
- [21] T.-H. Nguyen, T.-N. Nguyen y B.-V. Ngo, «A VGG-19 Model with Learning and Image Segmentation for Classification of Tomato Leaf Disease,» *AgriEngineering*, vol. 4, n° 4, pp. 871-887, 12 2022.
- [22] A. Shamila Ebenezer, S. Deepa Kanmani, M. Sivakumar y S. Jeba Priya, «Effect of image transformation on EfficientNet model for COVID-19 CT image classification,» *ScienceDirect*, vol. 51, p. 5, 01 01 2022.
- [23] J. V. Aguilar Alvarado y M. A. Campoverde Molina, «Clasificación de frutas basadas en redes neuronales convolucionales,» *Dialnet*, vol. 5, n° 1, p. 10, 2020.
- [24] L. F. Alvarez, «Una propuesta de creación de corpus para el reconocimiento de árboles de imágenes satelitales,» *Universidad de La Habana*, p. 24, 09 2020.
- [25] R. F. Vásquez Fernández, «Modelos Deep Learning para Diagnóstico de Covid-19 con Tomografías Computarizadas de Kaggle,» vol. 8, n° 3, p. 8, 31 05 2024.
- [26] V. Bertossi, L. Romero y M. D. L. M. Gutiérrez , «Sistemas recomendadores para el desarrollo de objetos de aprendizaje para educación en ingenierías: una revisión sistemática,» *Revista de Educación a Distancia (RED)*, vol. 24, n° 77, pp. 4-5, 30 01 2024.
- [27] J. D. Domingo, J. G. García-Bermejo y E. S. Casanova, *Visión Artificial. Componentes de los sistemas de visión y nuevas tendencias en Deep Learning*, Ra-Ma Editorial, 2024-05-07, pp. 207-240.
- [28] G. E. Mendoza Olgún, Y. Laureano de Jesús y M. d. I. C. Pérez de Celis, «Métricas de similaridad y evaluación para sistemas de recomendación para filtrado colaborativo,» *Dialnet*, vol. 7, n° 14, pp. 224-240, 2019.
- [29] B. B. Fonseca y O. M. Cornelio, «SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES. ESTADO DEL ARTE : SISTEMAS DE RECOMENDACION PARA LA TOMA DE DECISIONES,» *UNESUM*, vol. 6, n° 1, pp. 03-10, 01 01 2022.



- [30] M. P. Langer, C. L. Bazzi y G. P. Lopez Sepulveda, «Estudio de tecnologías y protocolos de comunicación para,» *SEDICI*, pp. 368-381, 2020.
- [31] L. P. Rouhiainen, «Inteligencia Artificial,» 2018.
- [32] W. d. R. Catota Ramos y J. E. Ramírez Sabando , «EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS ORGÁNICOS.,» *Universidad Técnica de Cotopaxi*, p. 6, 2020.
- [33] . M. I. Burbano Veintimilla, «Respuesta del cultivo de brócoli (brassica oleracea var. Itálica) a la aplicación de tres láminas de riego en las terrazas de banco en el campus Salache-UTC,» 2023.
- [34] F. Rodriguez Aguirre y M. R. D. Haro Lara, «Aplicación de Biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli (Brassica oleracea var. Italica) Híbrico Legacy,» *UTA*.
- [35] O. H. León Gordón y E. H. Escobar, «Evaluación de la extracción de n, p y k en el cultivo de Brócoli Var. Avenger,» *Universidad Técnica de Ambato*, Abril 2021.
- [36] F. L. MONTALVO MUÑOZ, «“Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra en el desarrollo y producción de dos variedades del brócoli (brassicaoleracea l.) En el cantón Ibarra provincia de Imbabura”,» *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*, 2014.
- [37] W. Yáñez y C. A. Chango Chango, «Manejo de gusano trozador (Agrotis ipsilon) en lechuga (Lactuca sativa L.), a partir de extractos de dos variedades de ají (Capsicum annuum),» *Universidad Técnica de Ambato*, 2018.
- [38] J. F. Rodríguez Rodríguez, E. Cerna Chávez y Y. M. Ochoa Fuentes , «Susceptibilidad a plaguicidas de la polilla de las crucíferas (Plutella xylostella L.) (Lepidoptera: Plutellidae) en el centro de México,» pp. 5-18.
- [39] W. d. R. Catota Ramos y . J. E. Ramírez Sabando, «Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) var. Avenger Sakata con dos abonos orgánicos.,» *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*, 2020.



- [40] . L. A. Villacis Aldas y . D. R. Sailema Sailema, «Evaluación de Bioles en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*) var. *italica*,» *Universidad Técnica de Ambato* , 2023.
- [41] Y. Aljure Jiménez , «Clasificación de Flores con Redes Neuronales Convunacionales,» *Universidad de Antioquia*, vol. 1, nº 1, pp. 18-23, 2021.
- [42] J. A. Sotelo López, *Deep Learning: Teoría y aplicaciones*, Bogotá: Alpha Editorial, 2021-08-03, pp. 13-27.
- [43] E. C. Organiche, A. J. Alfaro Jiménez y G. C. Barrera, «Principales Metodologías en el Desarrollo de Proyectos de Minería de Datos,» *TecnoCultura*, pp. 19-20, 09 11 2022.