



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE SISTEMA DE INFORMACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DETERMINAR EL GRADO
DE FERMENTACIÓN DE LOS GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.)
APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL BASADAS EN DEEP
LEARNING**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero en Sistemas de Información

AUTOR:

Reymond Galo Calero Mora

TUTOR:

Mgtr. Wilmer Clemente Cunuhay Cuchiye

LA MANÁ-ECUADOR

MARZO-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Reymond Galo Calero Mora con C.I No: 050409487-1, ser el autor del presente proyecto de Investigación denominado **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DETERMINAR EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE LOS GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL BASADAS EN DEEP LEARNING”**, siendo el Ing. Mgtr. Wilmer Clemente Cunuhay Cuchipe, tutor del presente trabajo, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Atentamente,




Reymond Galo Calero Mora
CI: 050409487-1

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DETERMINAR EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE LOS GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL BASADAS EN DEEP LEARNING”, del estudiante: Reymond Galo Calero Mora de la Carrera de Sistema de Información, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 11 de marzo del 2022



.....
Ing. Mgtr. Wilmer Clemente Cunuhay Cuchipe
C.C.: 050239570-0
TUTOR

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, el postulante: **CALERO MORA REYMOND GALO** , con el título del proyecto de investigación: **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DETERMINAR EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE LOS GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL BASADAS EN DEEP LEARNING”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

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

La Maná, 23 de marzo del 2022

Para constancia firman:



Ing. Mg. Víctor Alfonso Cusco Vinueza
C.I: 1804647756
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Mg. Doris Karina Chicaiza Angamarca
C.I: 0502986508
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Mg. Jaime Mesías Cajas
C.I: 0502359250
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente pongo a consideración que el señor estudiante Calero Mora Reymond Galo, realizaron su tesis en la Universidad Técnica de Cotopaxi con el tema: **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DETERMINAR EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE LOS GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL BASADAS EN DEEP LEARNING”**, trabajo que fue presentado y probado de manera satisfactoria.

Atentamente:



Valencia, 14 de marzo del 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniel Jhon Mendoza Tapia', positioned above a horizontal dotted line.

Sr. Daniel Jhon Mendoza Tapia

Gerente De Agro Export “Mendoza”

CC: 1206215632

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer Dios por darme la inteligencia necesaria para finalizar mis estudios, además a mi familia quienes han sido ese pilar fundamental en todo momento en este proceso estudiantil.

Agradece a los docentes de la Universidad técnica de Cotopaxi por compartir sus conocimientos y formar grandes profesionales, y a quienes conforman la comunidad UTC por permitirme haber estado en sus aulas.

Reymond Galo Calero Mora

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis padres quienes han estado presentes en todo momento con sus consejos, apoyo moral y económico, por creer siempre en mí, por enseñarme a ser perseverante y enfrentar los problemas,

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por darnos la oportunidad de contar con una profesión para el futuro de nuestras vidas.

Reymond Galo Calero Mora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

TITULO: “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DETERMINAR EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE LOS GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL BASADAS EN DEEP LEARNING”

Autor:

Reymond Galo Calero Mora

RESUMEN

La fermentación de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) es un proceso crítico para la fabricación del chocolate, ya que la fermentación influye en el desarrollo del sabor, afectando componentes como aminoácidos libres, péptidos y azúcares. El grado de fermentación se determina mediante la inspección visual de los cambios en el color interno y la textura de los granos, a través de la Prueba de Corte (cut-test). El perfil sensorial es la forma que tienen los seres humanos de interpretar la información que tiene un objeto del entorno o el entorno mismo a través del sistema nervioso, y por tanto de producir una respuesta adaptativa a dicho entorno. Este sistema de clasificación visual es el método tradicional utilizado en la actualidad para evaluar la calidad y aceptabilidad del cacao comercializable. Sin embargo, este enfoque es cualitativo, tedioso y bastante subjetivo, ya que depende de la percepción del evaluador, es muy limitado en la evaluación de defectos y color de los granos de cacao. Es por esto que, esta investigación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil que permita de manera rápida, sencilla, precisa y a bajo costo, determinar el grado de fermentación de los granos de cacao, clasificándolos en varias categorías de calidad. Las metodologías de aprendizaje automático se definen como un conjunto de técnicas competentes capaces de detectar de manera automática los patrones en los datos. Por lo tanto, este trabajo de titulación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil que clasifique los granos de cacao según el grado de calidad de fermentación utilizando la visión artificial como un método rápido y preciso. De esta forma, esta aplicación brindará un aporte a la comunidad de agricultores a detectar la calidad de fermentación de sus productos sin conocer en detalles las características que presenta un grano de cacao según su calidad de fermentación, ahorrando tiempo y dinero.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L., visión artificial, fermentación cacao, Deep learning

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

“DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION TO DETERMINE THE DEGREE OF FERMENTATION OF COCOA BEANS (THEOBROMA CACAO L.) BY APPLYING ARTIFICIAL VISION TECHNIQUES BASED ON DEEP LEARNING”

Author:

Reymond Galo Calero Mora

ABSTRACT

The fermentation of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) is a critical process for the manufacture of chocolate, since fermentation influences the development of flavor, improving components such as free amino acids, peptides, and sugars. The degree of fermentation is determined by visual inspection of the changes in the internal color and texture of the grains, through the Cut Test (cut-test). The sensory profile is the way that human beings have to interpret the information that an object of the environment or the environment itself has through the nervous system, and therefore, produce an adaptive response to said environment. This visual grading system is the traditional method used today to assess the quality and acceptability of marketable cocoa. However, this approach is qualitative, tedious, and quite subjective, since it depends on the perception of the evaluator, it is very limited in the evaluation of defects and color of the cocoa beans. That is why this research aims to develop a mobile application that allows, quickly, easily, accurately, and at low cost to determine the degree of fermentation of cocoa beans, classifying them into various quality categories. Machine learning methodologies are defined as a set of competent techniques capable of automatically detecting patterns in data. Therefore, this degree work aims to develop a mobile application that classifies cocoa beans according to the degree of fermentation quality using artificial vision as a fast and accurate method. In this way, this application will provide a contribution to the community of farmers to detect the fermentation quality of their products without knowing in detail the characteristics that a cocoa bean presents according to its fermentation quality, saving time and money.

Keywords: *Theobroma cacao* L., Artificial Vision, Cacao fermentation, Deep learning

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DETERMINAR EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE LOS GRANOS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL BASADAS EN DEEPLARNING”** presentado por: **Calero Mora Reymond Galo** egresado de la Carrera de: **Ingeniería en Sistemas de Información**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias de la Ingenierías y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, Marzo del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**SEBASTIAN
FERNANDO
RAMON AMORES**



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5

INDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
AVAL DE TRADUCCIÓN	x
INDICE GENERAL	xi
INDICE DE TABLAS	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE ANEXOS.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1 Beneficiarios Directos	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.1 Objetivo General.....	5
6.2 Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1 Aplicación Móvil	7
8.2 Dispositivos Móviles.....	7
8.2.1 Android.....	7
8.3 Sistemas Operativos Móviles.....	7
8.5 IDES de Desarrollo	9
8.5.1 Android Studio.....	9
8.5.2 Lenguajes de programación en Android Studio.....	9
8.5.3 Java.....	9
8.5.4 Kotlin.....	9
8.5.5 C++.....	9

8.5.6 Dataset	10
8.6 Inteligencia Artificial (IA).....	10
8.6.1 Aprendizaje automático.....	10
8.6.2 Aprendizaje profundo.....	10
8.6.3 Aprendizaje automatizado	10
8.7 Visión artificial basadas en deep learning	11
8.8 Visión artificial en la fermentación de los granos de cacao.....	11
8.9 Deep learning en la fermentación de los granos de cacao	11
8.10 Modelos Machine Learning	11
8.10.1 Tipos de Machine Learning	12
8.10.1.1 Aprendizaje supervisado.....	12
8.10.1.2 Aprendizaje no supervisado	12
8.10.1.3 Aprendizaje Semi-supervisado.....	12
8.10.1.4 Aprendizaje reforzado	12
8.11 Redes Neuronales Artificiales (ANN).....	12
8.11.1 Pooling.....	13
8.11.2 Convolutional Neuronal Network (CNN).....	13
8.11.3 Convolución.....	14
8.12 Herramientas Inteligencia Artificial.....	14
8.12.1 Google colab	14
8.12.2 Firebase.....	14
8.12.3 Python.....	15
8.13 Metodología de Desarrollo	15
8.13.1 Mobile-D	15
8.14 El Cacao (Theobroma cacao L.).....	16
8.14.1 Importancia	16
8.15 Fermentación del Cacao	16
8.16 5 Implementación del Modelo en una aplicación móvil.....	18
8.16.1 Tensorflow.....	18
8.16.2 Componentes de inferencia.....	19
8.16.3 Tipo de inferencias en Tensorflow	19
8.16.4 Configuración de entorno	19
8.18 TensorFlow para GPU.....	19
8.19 Implementación de arquitectura MobileNet en Android	20
8.20 Gestión de la base de datos en el entorno de desarrollo (Datasets)	20
8.21 Implementación de la red convolucional entrenada por proceso de transfer learning en Android	21
8.22 Implementación de arquitectura MobileNet en Android	21

9. HIPOTESIS	22
9.1 Variable dependiente.....	22
9.2 Variable Independiente.....	22
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
10.1 Localización.....	22
10.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN	22
10.2.1 Investigación Bibliográfica.....	22
10.2.2 Investigación de Campo	22
10.2.3 Investigación Aplicada	23
10.3 Técnicas de Investigación.....	23
10.3.1 Encuesta.....	23
10.3.2 Observación	23
10.4 Población y Muestra.....	24
10.4.1 Población	24
10.4.2 Muestra	24
11. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	24
11.1 Exploración.....	24
11.2 Requerimientos del sistema	25
11.3 Inicialización.....	26
11.4 Actor de la Aplicación Móvil	26
11.4.1 Historias de Usuarios.....	26
11. 5 Requerimientos Funcionales y no Funcionales	30
11.6 Resultados de pruebas de caja negra	31
11.7 Arquitectura de la Aplicación Móvil.....	35
11.8 Plan de Ataque	35
11.9 Producción, estabilización y pruebas	36
11.9.1 Implementación de la aplicación.....	36
11.10 Diseño aplicación móvil	37
11.10.1 TF-LITE F-Cocoa-Q, Clasificador de calidad de granos de cacao fermentados con TensorFlow Lite Model Maker	37
11.10.2 Importar el modelo TensorFlow.....	37
11.10.3 Firebase.....	38
11.10.4 Actualizar el dataset de las imágenes	38
11.10.5 Creación del modelo.....	39
11.10.6 Actualización del nuevo modelo en Firebase de Machine Learnig	39
11.10.7 Firebase Machine Learning.....	40
11.10.8 Página principal de la aplicación.....	40

11.10.9 Página secundaria, subir imagen al firebase desde la aplicación	41
Modelo descargado desde el Machine Learning Firebase.....	47
12. IMPACTOS DEL PROYECTO.....	48
12.1 Impacto Tecnológicos	48
12.2 Impacto Social	48
12.3 Impacto Ambiental.....	48
13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	49
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
14.1 Conclusiones:.....	50
14.2 Recomendaciones:.....	50
15. Bibliografía.....	51
16. ANEXOS.....	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos e indirectos	4
Tabla 2: Total, de Beneficiarios directos e indirectos	4
Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.	6
Tabla 4: Población	24
Tabla 5: Personas que intervienen en el proyecto de investigación.....	25
Tabla 6: Requisitos Iniciales	26
Tabla 7: Historia de Usuario Numero 1	26
Tabla 8: Historia de Usuario Numero 2	27
Tabla 9: Historia de Usuario Numero 3	27
Tabla 10: Planificación de fases	28
Tabla 11: Requerimientos Funcional	30
Tabla 12: Requerimientos no Funcional	30
Tabla 13: Pruebas de caja negra	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Arquitectura Android	8
Figura 2: Cambios químicos de granos de cacao durante el proceso de la fermentación.	17
Figura 3: Prueba de calidad de fermentación “cut test”. desde el día 1 hasta 6 días de fermentación de granos de cacao.....	18
Figura 4: Diseño de la aplicación	29
Figura 5: Arquitectura de la aplicación	30
Figura 6: Arquitectura MobileNet en Android	35
Figura 7: Visión general del método propuesto.....	36
Figura 8: Descarga de paquetes e importación de las librerías	37
Figura 9: Modelo TensorFlow.....	37
Figura 10: Firebase storage	38
Figura 11: Actualización del dataset.....	38
Figura 12: Creación del modelo	39
Figura 13: Actualización del nuevo modelo en Firebase de Machine Learnig.....	39
Figura 14: Firebase Machine Learning	40
Figura 15: Diseño de la interfaz principal de la aplicación con Android Studio.	40
Figura 16: Diseño de la interfaz secundaria subir la imagen al firebase desde la aplicación.	41
Figura 17: Diseño de la interfaz de registro de imágenes en la aplicación.....	41
Figura 18: Vista Principal	42
Figura 19: Resultado	43
Figura 20: Resultado almacenado.....	43
Figura 21: Verificación	44
Figura 22: Firebase	44
Figura 23: Diseño de la interfaz de registro de imágenes en la aplicación.....	45
Figura 24: Actualización del dataset.....	45
Figura 25: Creamos el modelo con las nuevas imágenes, para que el modelo se entrene de nuevo.....	46
Figura 26: Actualizamos el modelo en Firebase Machine Learning.....	46
Figura 27: Modelo actualizado en Machin Learning del Firebase.....	47
Figura 28: Modelo descargado	47
Figura 29: Encuesta	64
Figura 30: Proceso de fermentación.....	64
Figura 31: Proceso de selección	64
Figura 32: Proceso de Clasificación.....	65

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos del estudiante	53
Anexo 2. Datos del Tutor	55
Anexo 3. Formato de la Encuesta	57
Anexo 4. Tabulación de la encuesta.....	58
Anexo 4. Observación.....	64
Anexo 5. Reporte Anti-plagió.	66

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Desarrollo de una aplicación móvil para determinar el grado de fermentación de los granos de Cacao (*Theobroma cacao* L.) aplicando técnicas de visión artificial basadas en Deep Learning”

Fecha de inicio:	octubre del 2021
Fecha de finalización:	febrero del 2022
Lugar de ejecución:	Cantón Valencia – Provincia de Los Ríos, Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza”, Valencia, Los Ríos
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería de Sistemas de Información
Proyecto de investigación vinculado:	Desarrollo de Sistemas de Información
Equipo de trabajo:	
Postulante:	Calero Mora Reymond Galo
Cédula:	0504094871
Correo:	reymond.calero4871@utc.edu.ec
Celular:	0963910870
Tutor del Proyecto:	
Cédula:	Mgtr. Wilmer Clemente Cunuhay Cuchipe
Correo:	wilmer.cunuhay@utc.edu.ec
Celular:	0983285783
Área de conocimiento:	Desarrollo de Software
Línea de investigación:	Tecnologías de la información y comunicación TICs
Sub líneas de investigación de la carrera:	Inteligencia artificial e inteligencia de negocios

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Una fermentación en condiciones controladas permitirá obtener cacao de buena calidad y de características homogéneas. Actualmente en nuestro país empresas exportadoras y comercializadoras del cacao del litoral ecuatoriano, durante el proceso de su comercialización, utilizan técnicas de perfiles sensoriales para determinar el estado o grado de fermentación de los granos de cacao el cual define su valor de compra y venta del mismo, considerando que el proceso queda sujeto a la percepción del comprador.

Se ha establecido desarrollar una aplicación móvil que permita a los agricultores determinar de manera similar el grado de fermentación de los granos de cacao aplicando técnicas de visión artificial basada en Deep Learning, el análisis de imágenes basado en el Deep Learning y la visión artificial tradicional son tecnologías complementarias, con capacidades superpuestas y áreas diferentes en las que cada uno sobresale, algunas aplicaciones pueden requerir o incluir ambas tecnologías, se implementará una red neuronal convolucional cuya arquitectura estará entrenada y capacitada con información de imágenes de varios tipos de granos de cacao y de varios estado de fermentación. La visión artificial ha surgido en los últimos años como una tecnología fiable en la evaluación de la calidad de productos agrícolas y alimentarios. La visión artificial combina el análisis de imágenes y técnicas de Machine Learning.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los granos de cacao son semillas secas y fermentadas del árbol del *Theobroma cacao* L. y se consumen ampliamente en todo el mundo. La producción anual de cacao en todo el mundo es de 4,2 millones de toneladas valoradas en \$11,8 mil millones. Los granos de cacao se procesan para obtener licor de chocolate, cacao en polvo y manteca de cacao, que son los principales ingredientes del chocolate y una amplia gama de productos como bebidas de cacao, helados y productos de panadería (Afoakwa, 2008).

La agricultura ecuatoriana es la actividad exportadora más dinámica. El cacao es uno de los cultivos que ha ganado importancia en muchos países latinoamericanos, hasta convertirse en uno de los generadores de riqueza de numerosos territorios, es el caso de Ecuador que es conocida como la “Pepa de Oro”, la producción de esta planta que se la realiza de manera agroecológica y convencional, la elaboración de este cultivo ha incrementado ganancias a los consumidores locales y extranjeros, el cacao ecuatoriano y el CCN51, es la materia prima reconocida en el mercado, (Guzmán et al., 2012).

La fermentación del cacao es un paso crítico para el desarrollo del sabor comercial de los granos de cacao, que afectan a componentes como aminoácidos libres, péptidos y azúcares.

El cambio de color de los granos de cacao durante la fermentación es el método sencillo para determinar el grado de fermentación, al cual se lo conoce como Prueba de Corte (cut-test). La Prueba de corte es el método más simple y aún el más utilizado para evaluar la calidad de una muestra aleatoria de granos de un lote mediante inspección visual (Kongor, 2013).

Una prueba de corte regular consiste en la evaluación de 300 granos, dispuestos en un tablero de inspección (generalmente con manchas para 100 granos), que se analizan individualmente. A pesar de ser simple y realizado por personal capacitado, este método es muy laborioso, requiere mucho tiempo y está basada en la subjetividad del personal evaluador lo cual es muy difícil de estandarizar. Por lo tanto, la industria 4.0 demanda con urgencia una técnica rápida y precisa que pueda clasificar el cacao fermentado a bajo costo y ampliamente estandarizado.

Las técnicas de Visión por computadora han obtenido excelentes resultados aplicadas ampliamente para la evaluación de la calidad de los alimentos, incluida la carne y los productos cárnicos, frutos, vegetales y granos.

Es por esto que, esta investigación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil que permita de manera rápida, sencilla, precisa y a bajo costo, determinar el grado de fermentación de los granos de cacao, clasificándolos en varias categorías de calidad: Bien fermentado, Medianamente fermentado, Violeta y Moho. La aplicación será desarrollada empleando técnicas de visión artificial basadas en Aprendizaje Profundo (Deep Learning), específicamente un modelo de clasificación construido a base del conocimiento extraído de las características del color y textura con imágenes digitales de granos de cacao fermentados. El enfoque propuesto en esta investigación podría sustituir la práctica de la Prueba de Corte, gracias a la reducción de tiempo y rapidez, descartando así el margen de error que puede proveer la percepción humana.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1 Beneficiarios Directos

Los beneficiarios son las personas que se dedican a la comercialización de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) fermentados y las personas con falta de conocimiento sobre la calidad del mismo, para mejorar el proceso de fermentación.

Tabla 1: Beneficiarios directos e indirectos

Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos
Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza”	Productores cacaoteros convencionales, Productores Independientes

Fuente: Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza”

Realizado por: El Investigador

Tabla 2: Total, de Beneficiarios directos e indirectos

Tipo	Hombres	Mujeres	Total
Directos	8	2	10
Indirectos	11	9	20
		Total	30

Fuente: Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza”

Realizado por: El Investigador

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Existen otros métodos de control de calidad han sido propuestos como la Espectrofotometría, cromatografía líquida de alto rendimiento, la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier y el tratamiento digital de imágenes. Sin embargo, incluso si todos estos métodos de análisis son confiables y precisos, consumen mucho tiempo, laboriosos, costosos y requieren más experiencia. Dichos sistemas no pueden utilizarse para controles de rutina en la calidad de los granos de cacao comerciales. Por lo tanto, se requiere esencialmente un método rápido y confiable para clasificar granos de cacao según su calidad de fermentación. Incluso el problema incide en que las herramientas tecnológicas que se han implementado en el campo de la agricultura no llegan a los pequeños y medianos agricultores, quienes no cuentan con los recursos económicos que se requiere, para implementar estos equipos o tecnología tanto de hardware como software.

Actualmente en las pequeñas fincas productoras de granos de cacao del litoral ecuatoriano, los agricultores utilizan técnicas de perfiles sensoriales para determinar el nivel o estado de su producción de granos y luego son evaluadas por el productor para la comercialización del mismo. El perfil sensorial es la forma que tienen los seres humanos de interpretar la información

que tiene un objeto del entorno o el entorno mismo a través del sistema nervioso, y por tanto de producir una respuesta adaptativa a dicho entorno. Sin embargo, este enfoque es cualitativo, tedioso y bastante subjetivo, ya que depende de la percepción del evaluador, es muy limitado en la evaluación de defectos y color de los granos de cacao. Además, puede ser ineficiente para grandes volúmenes de granos de cacao debido a errores humanos.

Se desarrollará una aplicación móvil que permita de manera rápida, sencilla, precisa y a bajo costo, determinar el grado de fermentación de los granos de cacao, clasificándolos en varias categorías de calidad: Bien fermentado, Medianamente fermentado, Violeta y Moho. La aplicación será desarrollada empleando técnicas de visión artificial basadas en Aprendizaje Profundo (Deep Learning), específicamente un modelo de clasificación construido a base del conocimiento extraído de las características del color y textura con imágenes digitales de granos de cacao fermentados. La visión artificial ha surgido en los últimos años como una tecnología fiable en la evaluación de la calidad de productos agrícolas y alimentarios. La visión artificial combina el análisis de imágenes y técnicas de Machine Learning (Aprendizaje Automático) para proporcionar inspección automatizada. Es más económico, rápido, fiable y no destructivo. Los sistemas de visión por computadora se han utilizado con éxito para el control de calidad de productos como manzanas, arroz y tomates.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Implementar un aplicación móvil para la detección del grado de fermentación de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) aplicando técnicas de Visión Artificial basadas en Deep Learning que permitirá mejorar el proceso en la Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza” ubicado en el cantón Valencia.

6.2 Objetivos específicos

- Investigar la fundamentación teórica en el campo de la visión artificial basadas en Deep learnig.
- Desarrollar el modelo de red neuronal mediante herramientas tecnológicas del aprendizaje automatizado.
- Crear un aplicativo móvil aplicando la metodología Mobile D para determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
Investigar la fundamentación teórica en el campo de la visión artificial basadas en Deep learnig.	Búsqueda de información en diversas fuentes. Definir antecedentes investigativos que sirvan de referencia para el proyecto.	Listado de características los diferentes tipos de técnicas de visión artificial	El primer objetivo específico se establece sobre investigar fundamentación teórica sobre las técnicas de visión artificial basadas en Deep learnig.
Desarrollar el modelo de red neuronal mediante herramientas tecnológicas del aprendizaje automatizado.	Diseño del modelo de red neuronal utilizando Google colab, Python y Android Studio.	Se logró establecer en cada herramienta lo necesario para la implementación del modelo de red neuronal aplicativo móvil.	Este objetivo específico se basa en el desarrollo del modelo de red neuronal de la aplicación.
Crear un aplicativo móvil aplicando la metodología Mobile D para determinar el grado de fermentación de	Utilizar la metodología Mobile D para el terminar el grado de fermentación de los granos de cacao.	Resultados de cada fase de la metodología Mobile D calidad	Este objetivo específico abarca todo lo relacionado el uso de la metodología Mobile D

los granos de cacao.			
----------------------	--	--	--

Realizado por: El Investigador

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

8.1 Aplicación Móvil

Una aplicación móvil, también denominado app móvil, es un tipo de aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil, en un teléfono inteligente o una tableta. Incluso si las aplicaciones suelen ser las pequeñas unidades de software con funciones limitadas, se las ajustan para proporcionar a los usuarios.

Cada aplicación móvil no permite y proporciona una funcionalidad aislada y limitada de su función. Por ejemplo, una calculadora o un navegador web móvil. (Herazo, 2010)

8.2 Dispositivos Móviles

Esta diversidad de dispositivos móviles, genera una importante problemática para quien debe o quiere programarlos, ya que cada dispositivo tiene sus propias características y funcionabilidad, distintas dimensiones de su pantalla, resoluciones diferentes de interfaces y técnicamente sus componentes que pueden ser muy dispares. Por último, pueden soportar varios sistemas operativos y unos entornos muy específicos. Esta diversidad de dispositivos clasificados como móviles crea dificultad a la hora de definirlos. (CEUPE)

8.2.1 Android

Android es un sistema operativo para dispositivos móviles como tablets, smartphones, relojes inteligentes y entre otros, y es el principal artífice de la popularización de este tipo de aparatos, fundamentalmente debido a su facilidad de uso, la enorme cantidad de aplicaciones que hoy en día podemos ejecutar en él, su estabilidad, constante modernización y gratuidad tanto para el propio sistema operativo como para las aplicaciones. (Marker)

8.3 Sistemas Operativos Móviles

Un sistema operativo móvil o (SO) móvil, es un sistema que nos permite controlar un dispositivo móvil al igual que los PCs que utilizan Windows o Linux, los dispositivos móviles. A medida que los teléfonos móviles crecen en popularidad, los sistemas operativos con los que funcionan adquieren mayor importancia. (Castellanos)

8.4 Sistema operativo Android

Android es un sistema operativo pensado inicialmente para teléfonos móviles, al igual que iOS, Symbian y Blackberry OS. Lo que lo hace muy diferente es que está basado en Linux, y tiene un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma. Una de las mejores características del sistema operativo Android es que es completamente libre, es decir, ni para programar en este sistema ni para incluirlo en un teléfono no hay que pagar ningún coste. (Adeva, 2022)

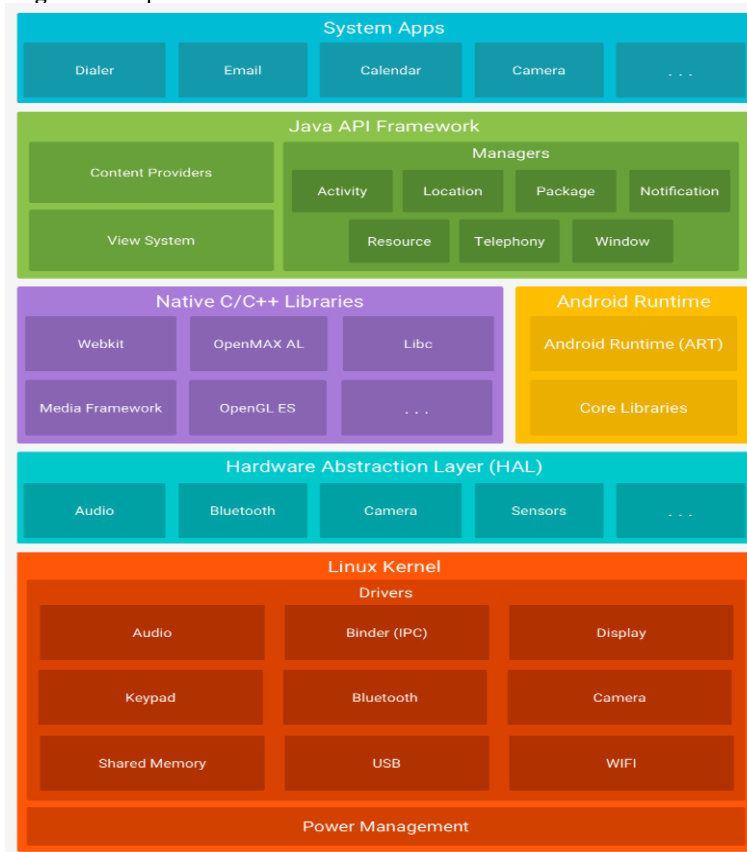
8.4.1 Definición

Android es un sistema operativo móvil que es diseñado para los dispositivos móviles en teléfonos inteligentes o tablets de manera táctil, pero que también lo encontramos en otros dispositivos como relojes inteligentes, y televisores o incluso en varios sistemas de multimedia de algunos modelos de coches.

8.4.2 Arquitectura

Android es una pila de software de código abierto basado en Linux creada para una variedad amplia de dispositivos y factores de forma. En el siguiente diagrama, se muestran los componentes principales de la plataforma Android.

Figura 1: Arquitectura Android



Fuente : (Developers)

8.5 IDES de Desarrollo

Es un entorno de programación empaquetado como un programa o aplicación, que nos provee de un marco de trabajo agradable para la mayoría de los lenguajes de programación. Constan entre sus características básicas con: Editor de código. Compilador. (ANDROID, 2014)

8.5.1 Android Studio

Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) la herramienta de IntelliJ IDEA, con un potente editor de códigos y multitud de funciones, mayor productividad durante el desarrollo de la aplicación. También ofrece un flexible sistema de compilación en los códigos de un emulador de gran rapidez y herramientas para identificar errores o problemas de compatibilidad, rendimiento o usabilidad, realizar cambios de código y establecer nuevos recursos a la aplicación sin necesidad de reiniciarla. (Nielfa, 2020)

8.5.2 Lenguajes de programación en Android Studio

Android se basa en una máquina virtual de Java, por lo tanto, es de también suponer que su lenguaje principal es Java, aunque ahora Google, está apostando mucho por otro nuevo lenguaje. Kotlin, por otra parte C++ a tu proyecto de Android si lo colocas el código en un directorio cpp en el módulo del proyecto

8.5.3 Java

Java es uno de los lenguajes de programación más populares dentro los últimos 15 años. Es un lenguaje multiplataforma, su sencillez y robustez a la hora de crear aplicaciones lo hacen uno de los lenguajes más potentes actualmente. El gran problema que tiene java, si se le puede llamar problema, es que necesita de una máquina virtual para poder ser ejecutado con lo que puede llevar a problemas de rendimiento.

8.5.4 Kotlin

Kotlin es un lenguaje de programación realmente neófito, ya que su fecha data del 2017 que fue cuando Google anunció soporte para su Android Studio. Este lenguaje está inspirado en Java, y C++ por lo que se puede pensar que es una versión mejorada de estos lenguajes. Kotlin es un lenguaje muy limpio y relativamente simple con muchas menos formalidades y reglas como sería sus antecesores. Su popularidad ha ido creciendo y actualmente más del 50% de los desarrolladores profesionales de Android utilizan este lenguaje para sus aplicaciones.

8.5.5 C++

C++ a su proyecto de Android colocando el código en un directorio cpp en el módulo de su proyecto. Android Studio es compatible con CMake, que es bueno para proyectos multiplataforma, y ndk-build, que puede ser más rápido que CMake pero solo es compatible con Android.

8.5.6 Dataset

El término dataset en sí es un término extranjero, un anglicismo, que hemos incorporado a nuestra lengua como un término más en los países hispanohablantes. Su traducción a nuestra lengua sería conjunto de datos y es una colección de datos habitualmente se encuentra tabulada. Un conjunto de datos o dataset corresponde a contenidos de una única tabla de base de datos o una única matriz de datos de la estadística, donde cada columna de la tabla representa una variable en particular, y cada fila representa a un miembro determinado del conjunto de datos que estamos tratando.

8.6 Inteligencia Artificial (IA)

En términos simples, inteligencia artificial (IA) se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana que nos permite realizar tareas y pueden mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan. La IA se manifiesta de varias formas algunos ejemplos son:

Los chatbots en sí utilizan la IA para poder comprender más rápido los problemas de los usuarios y proporcionar respuestas más eficientes y detalladas. Los motores de recomendación nos pueden proporcionar las recomendaciones automatizadas para los programas de TV según los hábitos de visualización de los usuarios. (ORACLE)

8.6.1 Aprendizaje automático

El aprendizaje automático (ML) es la acción secundaria de la inteligencia artificial (IA) que se centra en desarrollar sistemas que aprenden, o progresar el rendimiento en función de ciertos datos que consumen. Inteligencia artificial es un término extenso que se refiere a los sistemas o máquinas que simulan la inteligencia humana. (OCI, 2022)

8.6.2 Aprendizaje profundo

Aprendizaje profundo es un asunto que cada vez adquiere mayor importancia en el campo de la inteligencia artificial (IA). Considerando una subcategoría del aprendizaje automático, trata del uso de redes neuronales para progresar cosas tales como el reconocimiento de voz, la visión por el ordenador al igual que el procesamiento del lenguaje natural.

8.6.3 Aprendizaje automatizado

El proceso del aprendizaje automatizado es muy similar al de la minería de datos, ya que ambos sistemas buscan entre los datos para tratar de encontrar patrones. Sin embargo, en el caso de extraer ciertos datos para la comprensión humana como es el suceso de las aplicaciones de minería de datos, el aprendizaje automatizado utiliza esos datos para poder detectar patrones en los datos y ajustar las acciones del programa en resultado.

8.7 Visión artificial basadas en deep learning

Con el avance de las tecnologías de visión artificial es algo imprescindible y muy novedoso se utiliza para dar soluciones que se basan en el método más humano de aprendizaje, es lo que viene a ser el deep learning.

De manera muy parecido al cerebro humano, una neurona artificial es una función de activación no lineal y tiene varias conexiones como entrantes y salientes ponderadas. Las neuronas están capacitadas para en si filtrar y detectar las características o patrones, transformándola con la función de activado y pasándola a las conexiones salientes. Básicamente esta red es una entrada, una salida y varias capas ocultas que están completamente conectadas entre ellas.

8.8 Visión artificial en la fermentación de los granos de cacao

Los sistemas de visión artificial cuentan con sensores digitales protegidos en el interior de cámaras industriales con ópticas especializadas para adquirir imágenes, de forma que el hardware y software informático pueden procesar, analizar y medir diversas características a la hora de tomar decisiones es por eso de llegar a predecir la fermentación del cacao que es un proceso en donde se debe determinar de la manera más adecuada , las levaduras y hongos transforman los nutrientes y azúcares de la pulpa de cacao. (Vidarte, 2016)

8.9 Deep learning en la fermentación de los granos de cacao

El deep learning es un machine learning que entrena a una computadora o dispositivo para que realice tareas como las hacemos los seres humanos, así como el reconocimiento del habla, la identificación de imágenes o hacer predicciones, ayudara a entrenar el modelo para evaluar las imágenes de los granos de cacao en estado de fermentación.

8.10 Modelos Machine Learning

Las metodologías de aprendizaje automático se definen como un conjunto de técnicas competentes que pueden detectar de manera automática los patrones en los datos. El aprendizaje automático o Machine Learning es un método científico que nos permite usar computadoras y otros dispositivos con poder de cómputo para permitirles aprender a extraer patrones y relaciones que existen en los datos. Estos patrones se pueden usar para predecir el comportamiento y tomar decisiones, (Ramiro, 2018).

El aprendizaje automático da a los ordenadores la capacidad de aprender sin ser inequívocamente personalizados, fundamentalmente lo mismo que el trabajo de un ser humano. La máquina está aprendiendo de los encuentros pasados (que se ocupan en la información) en relación con algunas clases de recados, si la presentación de la asignación mejora con más conocimiento.

8.10.1 Tipos de Machine Learning

8.10.1.1 Aprendizaje supervisado

El aprendizaje supervisado se refiere a un conjunto de datos con nombre, incluidos los límites de entrada y salida, para preparar modelos. El aprendizaje supervisado se cataloga en clasificación y regresión. El acuerdo es parte del método supervisado de tareas de aprendizaje donde la salida es un valor discreto. Este valor discreto puede ser un valor multiclase o paralelo. Aunque la recaída es un modelo de aprendizaje supervisado que produce un valor persistente, el objetivo de la recaída es anticipar un valor más cercano al valor de salida (Amara, Bouaziz, & Algergawy, 2017).

8.10.1.2 Aprendizaje no supervisado

En el aprendizaje no supervisado, los objetivos no se dan a la pantalla para ser preparados, por lo que sólo hay límites de entrada y no se da ningún de salida al modelo. El agrupamiento se aplica a la información orquestada como reuniones hechas por diferentes ejemplos distinguidos por el modelo de la máquina. Mientras que un método basado en el estándar para ordenar las relaciones entre los límites de una vasta colección informativa, se denomina Asociación (pothuganti, 2013).

8.10.1.3 Aprendizaje Semi-supervisado

El funcionamiento del Aprendizaje Semi-supervisado se encuentra en las proximidades de los procedimientos mencionados anteriormente. Este tipo de aprendizaje se utiliza cuando se trata de información, parte de la cual tiene nombre, y otra parte no tiene etiqueta. La estrategia no supervisada se utiliza para calcular las marcas y, posteriormente, estas cualidades determinadas se tienen en cuenta para las estrategias de aprendizaje supervisado.(Amara, Bouaziz, & Algergawy, 2017).

8.10.1.4 Aprendizaje reforzado

La ejecución del modelo paso a paso sigue mejorando con ejemplos y conductas. Cada vez que la información se encuentra y se añade a la información que se está preparando. Así, cuanto más se aprende, mejor se prepara y posteriormente se experimenta. Los algoritmos para el aprendizaje por refuerzo son Temporal Difference, QLearning y Deep Adversarial Networks (Narendrakumar, 2018).

8.11 Redes Neuronales Artificiales (ANN)

Las redes neuronales artificiales o artificial neural networks constituyen técnicas de aprendizaje automático inspiradas en el comportamiento del cerebro humano. Crea redes con diferentes

capas de interconexión para procesar información. Cada capa consta de un conjunto de nodos, que transmiten información a otros nodos en capas posteriores, (Martinez, 2018).

Las redes neuronales aparecieron en 1950, pero la habilidad mejorada de cálculo, relacionado con el fenómeno de big-data hacer posibles los algoritmos basados en algoritmos en deep learning se aproximan o mejoran el desempeño humano en las siguientes áreas reconocimiento de voz o imagen.

Una red neuronal artificial se caracteriza por:

- La topología: corresponde al número de capas y nodos, y la dirección en la que la información pasa de un nodo al siguiente dentro o entre capas. Las redes más grandes y complejas suelen identificar patrones más útiles y límites de decisión complejos.
- Algoritmo de entrenamiento: determina la importancia de que cada conexión transmita o no la señal del nodo correspondiente.
- Función de activación: la función de recibir un conjunto de entradas e integrar señales para transmitir información a otro nodo o capa.

La mayoría de los métodos de aprendizaje automático usan arquitecturas neuronales, por lo que las arquitecturas de aprendizaje profundo usan modelado de redes neuronales, por ejemplo:

- Deep Neural Network (DNN) o Redes neuronales profundas
- Convolutional Neuronal Network (CNN) o Redes neuronales profundas convolucionales
- Deep Belief Network (DBN) o Redes de creencia profundas

8.11.1 Pooling

La función de la capa de agrupación es resumir las respuestas de salida cercanas. Las principales características de la capa de agrupación son dos. Primero, la capa de agrupación reduce gradualmente el tamaño del espacio de datos. En segundo lugar, la agrupación ayuda a obtener una representación constante con una pequeña cantidad de conversión de entrada.

8.11.2 Convolutional Neuronal Network (CNN)

Se concentra en la construcción de aprendizaje profundo Convolutional Neural Network (CNN), que está transcrita al español, trata de redes neuronales convolucionales. En este tipo de arquitectura, se utiliza el modelado de redes neuronales artificiales, donde las neuronas

corresponden a campos receptivos similares a las neuronas en la corteza visual del cerebro humano. Este tipo de redes neuronales son muy efectivas para las estas tareas. (Heras, 2017):

- Detección y categorización de objetos
- Clasificación y segmentación de imágenes

El objetivo de CNN es aprender funciones de alto nivel mediante operaciones de convolución. Dado que la red neuronal convolucional consigue formar la relación entrada-salida (en el cual la entrada es una fotografía), en convolución, cada píxel de salida es una composición lineal de píxeles de entrada, (Itelligent, 2018).

8.11.3 Convolución

Diferentes máscaras producirán resultados diferentes. La máscara representa las conexiones entre neuronas en la capa anterior. Estas capas durante el proceso aprenden gradualmente las características de alto orden de cada entrada original. Las redes neuronales convolucionales utilizan dos tipos de formación de capas: convolución y agrupación. Después de una o más capas convolucionales, se utilizan capas de agrupación. La función de la capa de Pooling o agrupación es resumir las respuestas de salida cercanas.

8.12 Herramientas Inteligencia Artificial

8.12.1 Google colab

Colab, es un servicio gratuito de nube alojado por Google para fomentar y trabajar la investigación sobre Aprendizaje de Máquina automatizado e inteligencia Artificial.

Muy parecido al famoso jupyter notebook, el Colab es una lista de celdas que pueden contener textos explicativos o códigos ejecutables y sus respectivas salidas. google colab permite que sea simple nuestro ingreso al área de datos, después de todo no se necesita instalar nada a la hora de programar, no necesitamos realizar ninguna configuración es específico ni tener una máquina potente. Google le ofrece todo esto listo y con calidad para el desarrollo. (Santos, 2020)

8.12.2 Firebase

Firebase de Google es una plataforma en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y móvil. Está disponible para distintas plataformas (iOS, Android y web), con lo que es más rápido trabajar en el desarrollo.

Aunque fue creada en 2011 pasó a ser parte de Google en 2014, comenzando como una base de datos en tiempo real. Sin embargo, se añadieron más y más funciones que, en parte, permitieron agrupar los SDK de productos de Google con distintos fines, facilitando su uso.

8.12.3 Python

El lenguaje de programación Python es de alto nivel que se utiliza para desarrollar aplicaciones de gran variedad. A diferencia de otros lenguajes como Java o .NET, se trata de un lenguaje que son interpretados, es decir, que no es necesario compilarlo, sino que se ejecutan específicamente por el ordenador utilizando el programa denominado interpretador.

Python es el aliado perfecto de la IA, ya que tiene su capacidad de plasmar ideas complejas en pocas líneas, que están unidas al gran número de frameworks ya existentes, han hecho que Python sea uno de los lenguajes de programación que está innovando a la IA. (Universidades, 2021)

8.13 Metodología de Desarrollo

8.13.1 Mobile-D

Mobile-D consta de cinco fases: exploración, iniciación, producción, estabilización y prueba del sistema. Cada una de estas fases tiene un número de etapas, tareas y prácticas asociadas. Esta metodología se concentra más especialmente en las pequeñas empresas de desarrollo, debido que existen cortos tiempos, lo que produce como resultado la minimización de costes de producción, lo cual hace esta metodología se convierta en algo ideal para pequeñas organizaciones que se limitan a tener poco personal y recursos. (RODRÍGUEZ, 2011)

1.Fase exploración: se centra especialmente a la atención en la planificación y elaboración en los conceptos básicos de un proyecto. Aquí es donde se establece el alcance del proyecto y su establecimiento con todas sus funcionalidades donde se quiere llegar.

2.Fase de iniciación: configuramos el proyecto, determinando y preparando los recursos necesarios como hemos planteado.

3.Fase de producto: se usa el desarrollo determinado por pruebas, antes de comenzar el desarrollo de una funcionalidad debe existir una prueba para que verifique su respectivo funcionamiento.

4.Fase de estabilización: se realizan las acciones de integración para alistar los posibles módulos apartados en una única aplicación.

5.Fase de pruebas: luego que está parado totalmente el desarrollo se pasa por una fase de testeo hasta llegar a una versión estable según lo determinado en las primeras fases.

8.14 El Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Las diferentes especies de plantas tropicales pertenecen al género *Theobroma*. Se han reportado 22 especies, pero solamente una, el cacao (*Theobroma cacao* L., familia Sterculiaceae), presenta una significativa importancia para su comercialización (Guerra, 2005), y debido a esto ha sido estudiada más profundamente. Es nativo de América del Sur, concretamente de las Cuencas Hidrográficas de la cúspide Amazonas y Orinoco, al este de la Cordillera de Los Andes, en regiones que hoy pertenecen a Ecuador, Perú, Colombia, Venezuela, Brasil y las Guayanas. En esa amplia zona aún persisten variedades silvestres del *Theobroma cacao*, el componente graso característico de la almendra es el más importante en el uso de la industria chocolatera, farmacéutica y de cosméticos, por otra parte, las semillas de *Theobroma cacao*, fueron previamente reconocidas como una rica fuente de bioelementos. (Motamayor Tobar, 2019)

8.14.1 Importancia

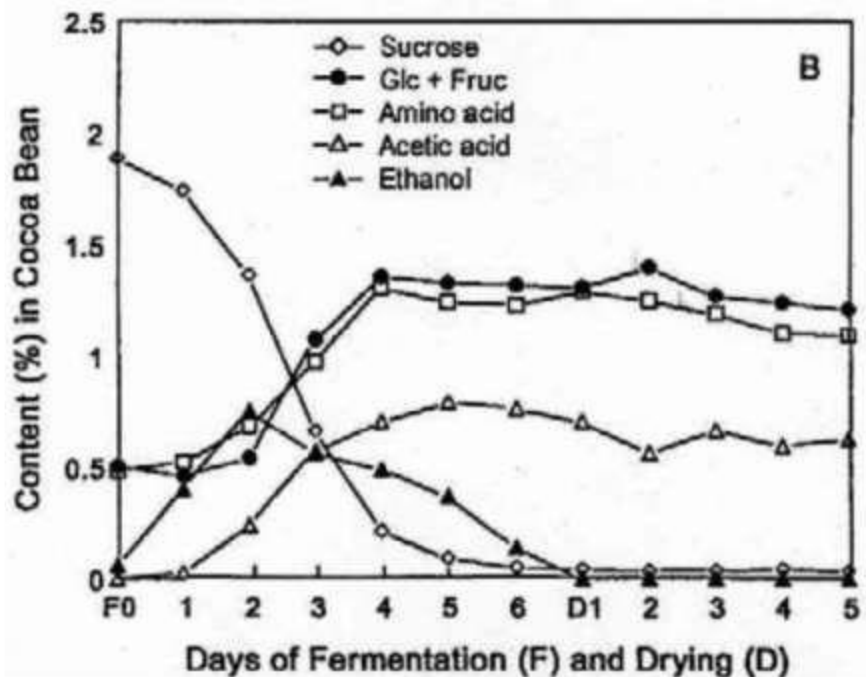
El cultivo de cacao representa el principal rubro de las familias campesinas dedicadas a siembra del mismo. Las semillas obtenidas de las mazorcas son fermentadas, tostadas, rotas y esparcidas para dar un polvo del cual se obtiene la grasa este es el cacao, para obtener la materia prima para la obtención los diferentes subproductos como son pasta de chocolate, sabores artificiales, y manteca de cacao, entre otros. Dominan en gran cantidad, se manejan en la producción de medicinas, cosméticos, y limpiadores, su importancia en el patrimonio de la colonia fue enorme, debido a que era uno de los productos del nuevo continente más codiciados por los Europeos, (Sicacao, 2015). Se ha dicho que los trascendentales componentes de sabor son ésteres alifáticos, polifenoles, carbonilos fragantes insaturados, pirazinas y teobromina. El cacao también contiene cerca de 18% de proteínas (8% digestibles) (Premier Salud, 2016).

8.15 Fermentación del Cacao

La fermentación es la etapa más importante en el procesamiento del grano de cacao, la misma que involucra dos fenómenos que no son independientes: Una fermentación microbiana que elimina el mucílago presente en las semillas y las reacciones bioquímicas internas en el cotiledón, lo que producen los cambios en la composición química de las almendras. Estas reacciones son inducidas por el incremento de la temperatura de la masa de cacao y la migración del ácido acético de la pulpa hacia la semilla (Portillo y col., 2006).

Se establece dos fases en el proceso de fermentación. La fase anaeróbica, es decir fase sin la presencia de aire. Cuando se abren las mazorcas, las almendras se contaminan con microorganismos como las levaduras actúan sobre los azúcares del mucílago, que lo transforman en alcohol etílico, aquí se incrementa el calor y por lo tanto la temperatura de la muestra del cacao, en esta etapa se presenta el ácido láctico, que se transformará en ácido butírico. La figura 1 muestra los cambios químicos durante los días de fermentación del cacao, se aprecia que es común considerar cinco días en la etapa de fermentación (Pérez, 2009).

Figura 2: Cambios químicos de granos de cacao durante el proceso de la fermentación.



Fuente: Thompson y col., 2001

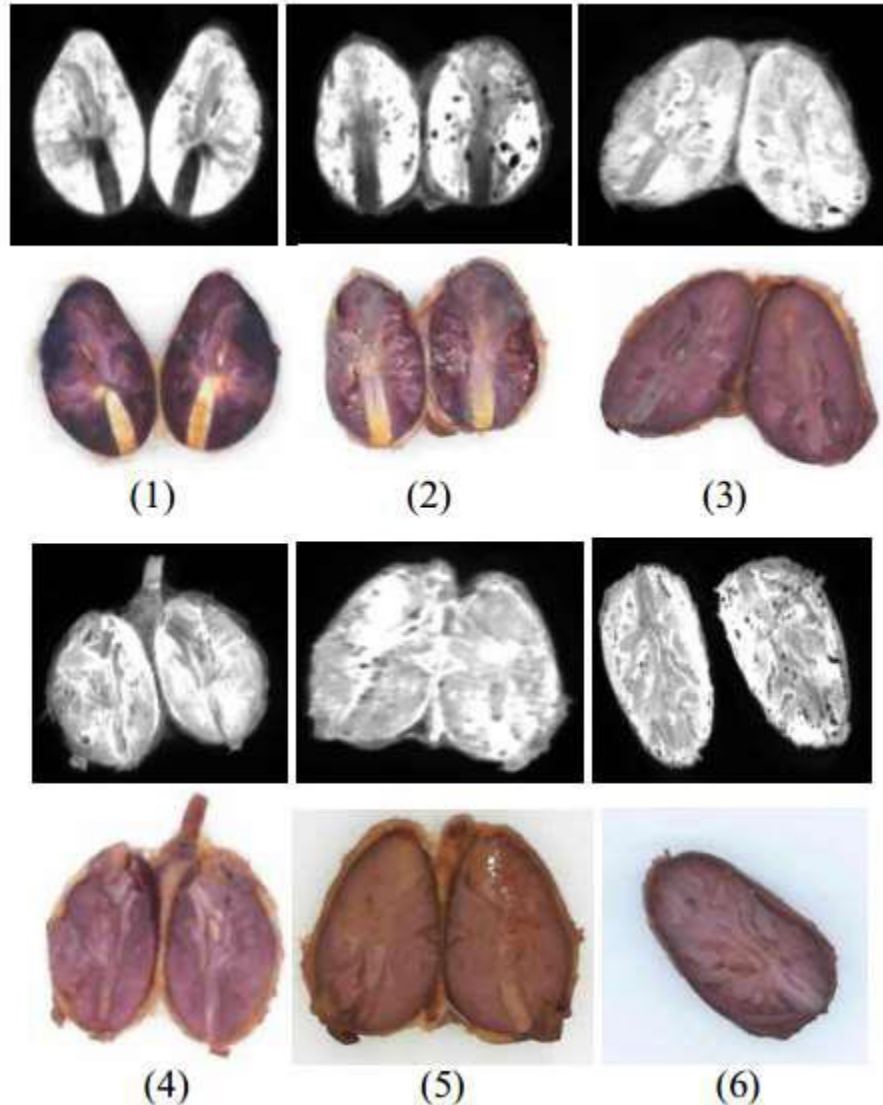
La fase aeróbica se caracteriza por la transformación del alcohol en ácido acético (vinagre) ocasionado por las bacterias acéticas, dicho ácido ingresa a los cotiledones y produce la muerte del embrión.

Se realizó la fermentación de cacao tipo Trinitario durante cinco días, ellos usaron varios tipos de fermentadores y diferentes tiempos de remoción, realizaron la medición de la humedad y la temperatura al ambiente del lugar de fermentación siempre a la misma hora del día, con un higrómetro y un termómetro (Álvarez y col., 2010).

En promedio se obtuvo una fermentación sobre el 80%, de acuerdo a la prueba de corte de calidad o “cut test” y que está relacionado con las temperaturas alcanzadas, según lo planteado. La figura 2 presenta la “prueba de corte” realizada a varias muestras de granos de cacao. (Torres y col., 2004).

En la figura 2 se muestran las imágenes híperespectrales y en espacio de color RGB de granos de cacao en el proceso de fermentación desde el día 1 hasta el día 6.

Figura 3: Prueba de calidad de fermentación “cut test”. desde el día 1 hasta 6 días de fermentación de granos de cacao.



Fuente: Ruíz, 2015

8.16 5 Implementación del Modelo en una aplicación móvil

8.16.1 Tensorflow

TensorFlow lite es un conjunto de herramientas que sirve para los desarrolladores ejecutar modelos de TensorFlow lite en dispositivos incorporados. Permite la inferencia en el proceso de aprendizaje automático en dispositivos con una latencia baja y un tamaño del objeto binario pequeño.

8.16.2 Componentes de inferencia

El término inferencia se refiere al proceso de ejecutar un modelo de TensorFlow Lite en el dispositivo para realizar predicciones basadas en datos de entrada. Para realizar una inferencia con un modelo de TensorFlow Lite, se debe ejecutar a través de un intérprete.

8.16.3 Tipo de inferencias en Tensorflow

- **Carga de modelo:** Cargar el modelo en este formato. tflite en la memoria, que contiene el gráfico de ejecución del modelo.
- **Transformación de datos:** Los datos de entrada sin procesar para el modelo generalmente no coinciden con el formato de datos de entrada esperado por el modelo. Por ejemplo, es posible que deba cambiar el tamaño de una imagen o cambiar el formato de la imagen para que sea compatible con el modelo.
- **Ejecución de inferencia:** El uso de la API de TensorFlow Lite a la ejecución del modelo.
- **Interpretación de salida:** Cuando recibe los resultados de la inferencia del modelo, debe interpretar los tensores de una manera significativa que sea útil en su aplicación. Por ejemplo, un modelo puede devolver solo una lista de probabilidades. Depende de usted asignar las probabilidades a categorías relevantes y presentarlas a su usuario final.

8.16.4 Configuración de entorno

Dentro la implementación del framework que se seleccionó la cual va hacer TensorFlow, depende de herramientas anclas como el entorno de anaconda para así obtener la instalación de Python y sus librerías correspondientes, lo cual en primera instancia los modelos de inteligencia artificial van a ser procesados en una máquina local mediante los procesadores CUDA de la marca Nvidia, lo que proporciona un mejor procesado de imagen y poder trasladar un modelo al entorno de Android Studio. El sistema donde se desarrolla el proyecto de investigación se basa en el sistema operativo Windows 10 Pro, el cual cuenta con un procesador Intel Core I3-2100 a una velocidad de 3.10 Ghz, Memoria Ram de 12GB y una tarjeta gráfica Nvidia GTX 750 Ti.

8.18 TensorFlow para GPU

Dentro del Frameworks de TensorFlow se puede seleccionar modalidades de procesamiento de imágenes distintas la cuales son: Modo CPU y Modo GPU. El de tipo CPU tomará los valores de carga dependiendo la cantidad de hilos de procesamiento que obtenga dicho dispositivo a cargar la información, en el caso de disponer un dispositivo de gama media-alta se puede aplicar el procesamiento mediante GPU dedicada, la cual proporciona que la máquina tome los núcleos

de procesamiento gráfico para evitar la sobrecarga de información a procesar. La tecnología basada en procesamiento se conoce como la arquitectura unificada de dispositivos de computación (Compute Unified Device Architecture - CUDA), esto hace referencia a la plataforma de computación de tipo paralelo basada en una codificación algorítmica sobre la GPU de un fabricante, en este caso se ejecutará mediante el cliente Nvidia.

8.19 Implementación de arquitectura MobileNet en Android

TensorFlow contiene un repositorio de scripts destinados para la implementación de retrenamiento de modelos de inteligencia artificial de tipo transfer learning. Dentro de la etapa de implementación del modelo los datasets se emplean de modo que los clasificadores de imágenes sean capaces de captar el reconocimiento del estado de fermentación.

Dentro de la implantación de clases, el script se encargará de preparar la red neuronal lo cual se recibe con el nombre de cuantificación, diseñado para que se ejecute en la arquitectura de MobileNet, este modelo establece un cálculo computacional, convertido a una versión ligera para el proceso en terminales de baja capacidad de procesamiento. Dicha arquitectura se descarga en el IDE de desarrollo mediante los servidores de TensorFlow y la importación de dependencias.

Una vez seleccionado el modelo que se va implementar en las clases de java, debemos tener en cuenta que el proceso de cuantificación realizará una configuración de manera automática llamado proceso de cuello de botella, lo cual consta que las imágenes de la base de datos eviten el bajo rendimiento de procesamiento con los dispositivos móviles. Este tipo de capa se entrena para generar valores de buena condición para que los clasificadores a la hora de ejecutarse sean capaces de distinguir entre clases lo que se debe de reconocer.

8.20 Gestión de la base de datos en el entorno de desarrollo (Datasets)

Dentro de los aspectos del desarrollo de modelos de inteligencia artificial de tipo red convolucional, se debe tener en cuenta la ejecución de su implementación lo cual un tipo de red de clasificación debe cumplir con la calidad de datos utilizados en sus fases de planeación, creación, entrenamiento y testing del modelo final. Esto permitirá comprender cómo tratar los modelos de manera interna y poder establecer criterios de condición capaces de enfrentar adversidades existentes en modo de producción del clasificador de imagen.

El datasets o imágenes que lo compone al modelo de inteligencia artificial, deberá tener la medición exacta de la relación de aspecto que las imágenes que son captadas en tiempo real en la aplicación. El propósito es implementar una aplicación móvil nativa para los sistemas Android.

8.21 Implementación de la red convolucional entrenada por proceso de transfer learning en Android

La técnica que se empleó en el proceso de desarrollo del modelo de inteligencia artificial es conocida como transferencia de aprendizaje o transfer learning. Lo cual este método es utilizado para utilizar modelos entrenados de manera previa en bases de datos distintas lo cual centra en modificar los restantes de la capa de salida de la red convolucional. Aplicar la técnica de transfer learning ayuda al desarrollador a centrarse en sus datos más representativos del datasets, la cual puede formar conjuntos reducidos de datos gracias el método antes mencionado. El nivel de procesamiento computacional se reduce a medida, los modelos previamente entrenados reciben la técnica de reentrenamiento de modelos.

Una vez que se cumplieron las fases de entrenamiento, optimización y pruebas en el proceso de desarrollo de los modelos IA; como última fase se debe realizar las tasas de precisión donde se obtengan los resultados que se buscan, lo cual es necesario a la fase de optimización del modelo para así mejorar los resultados deseados

8.22 Implementación de arquitectura MobileNet en Android

TensorFlow contiene un repositorio de scripts destinados para la implementación de reentrenamiento de modelos de inteligencia artificial de tipo transfer learning. Dentro de cada etapa de implementación del modelo los datasets se establece de modo que los clasificadores de imágenes puedan captar el reconocimiento del estado de fermentación de los granos de cacao cuando cada imagen de entrada no es de signo identificable o no esta en previa preparación.

Dentro de la implantación de clases, el script se encargará de preparar la red neuronal lo cual se recibe con el nombre de cuantificación, diseñado para que se ejecute en esta arquitectura de MobileNet, el modelo opta de un cálculo computacional que esta elevado pero convertido a una versión mucho más ligera para el proceso en terminales de baja capacidad del el procesamiento. Dicha arquitectura se descarga en el IDE de desarrollo mediante los servidores de TensorFlow y la importación de dependencias.

9. HIPOTESIS

Es necesaria la implementación de una aplicación móvil para determinar el grado de fermentación de los granos de cacao, que permitirá mejorar la toma de decisiones en la empresa Agro export “Mendoza”.

9.1 Variable dependiente

Determinar el grado de fermentación de los granos de cacao, que permitirá mejorar la toma de decisiones en la empresa Agro export “Mendoza”.

9.2 Variable Independiente

La implementación de una aplicación móvil.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Localización

Este proyecto de investigación se desarrolló en el cantón Valencia, provincia de los Ríos, Ecuador, en la Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza” con un total 10 personas laborando. Para efectuar la investigación en el lugar propuesto se hizo uso de las técnicas más frecuentes como la observación, encuesta y métodos de investigación.

10.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

10.2.1 Investigación Bibliográfica

Se aplicó la investigación bibliográfica, porque permite introducirnos en el tema con mayor profundidad, mediante esta investigación se recolectó atributos o características de la calidad de la fertilización del cacao según sus varios estados de calidad y con estos detalles poder emplearlos en el Modelo de Machine Learning, teniendo en cuenta que es una técnica de investigación con la única finalidad de obtener datos e información a partir de documentos escritos o no escritos. Esta información se respalda en varias obras bibliográficas, de libros, revistas, artículos, sitios webs lo que permitirá fundamentar el tema de la investigación y como estas repercutirán en el objeto de estudio que para la presente investigación.

10.2.2 Investigación de Campo

Este tipo de investigación nos permite recoger informaciones que provienen encuestas y observaciones. La investigación de campo trata de investigar el problema en el lugar de los hechos, mediante los métodos científicos, reduciendo la realidad, proporcionando la información más exacta, a fin de evitar una duplicidad o similar de los trabajos. Esta investigación permitirá conocer y obtener datos reales mediante la entrevista y la observación.

Mediante esta investigación se pudo obtener las características que se presentan en los granos de cacao según las diversas calidades de fermentación. Acudiendo Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza”. Además, pudimos tomar las muestras de las imágenes para el datasets de entrenamiento del Modelo Computacional.

10.2.3 Investigación Aplicada

La investigación aplicada es un proceso para transformar el conocimiento teórico que viene de la investigación básica en conceptos, prototipos y productos y relativamente. La elaboración de conceptos debe estar contar con la participación de los usuarios finales con la industria para que dé resultados a las necesidades reales de la sociedad. (Lozada, 2014)

La investigación desarrollada permitió desarrollar conocimientos para la elaboración de la propuesta de esta investigación que permite desarrollar una aplicación móvil que permite clasificar los granos *Theobroma cacao* L. según la calidad de su fermentación basada en un Modelo Computacional construido con la técnica de Deep Learning

10.3 Técnicas de Investigación

10.3.1 Encuesta

Mediante esta técnica se puede obtener datos de varias personas de un total de 30 personas, se utiliza un listado de preguntas escritas, se lo conoce como cuestionario que se entregan al encuestado y esta debe de responderlo, de esta técnica se obtiene información de los agricultores cacaoteros de la Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza” sobre los datos del cultivo del cacao y la influencia de la tecnología. La técnica que se empleo es el cuestionario estructurado que permitió redactar las preguntas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas con el fin de obtener toda la información necesaria.

10.3.2 Observación

Mediante la técnica de observación permite observar y realizar el levantamiento de datos y muestra de varios granos de cacao con diversos grados de fermentación, se tomó como referencia a productos de varias asociaciones de la Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza” con el muestreo intencional o conveniencia debido a sus ubicaciones y a la cantidad de muestras que se van a tomar.

10.4 Población y Muestra

10.4.1 Población

Se realizó la investigación a los agricultores cacaoteros de la Asociación de productores Agrícola Agro export “Mendoza” ubicado en el cantón Valencia. Por medio de la observación realizada a las diferentes asociaciones agrícolas, según se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 4: Población

Indicadores	Población
Asociación de productores Agrícola Agro export “Mendoza”	10
Compradores	20
Total	30

Realizado por: El Investigador

10.4.2 Muestra

Debido a la cantidad reducida de población no es necesario calcular la muestra por lo que se tomará en cuenta a las 10 personas Asociación de productores Agrícola Agro export “Mendoza” y los 20 compradores.

11. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

11.1 Exploración

A continuación se detalla el establecimiento de los interesados y sobre el establecimiento del proyecto de la aplicación móvil, con el propósito de obtener todas las bases necesarias para su implementación. Esto asegura el éxito en el proceso en las próximas fases de la metodología.

a. Establecimiento de los Stakeholders

- Evaluador encargado en el proceso de fermentación: es la persona encargada de realizar el proceso de fermentación en los diferentes granos de cacao, con el propósito de realizar el proceso de diagnóstico de ver en qué estado se encuentra el grano.
- Agricultores del sector: corresponde a las personas cercanas del sector que se dedican a ser productores de cacao independiente o convencionales.

b. Establecimiento del Proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una aplicación para predecir el estado de fermentación de los granos de cacao Agrícola Agro export “Mendoza”, facilitando la información sobre los diferentes granos de cacao sin conocer detalles previos de los granos.

A nivel tecnológico los desarrollos del proyecto de investigación son necesarios los recursos mencionados a continuación. Desde el punto de vista hardware es necesario dispositivos móviles con acceso a cámaras del teléfono y posteriormente a galería.

Con el propósito de garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación y de causar un gran impacto en los agricultores, la aplicación se desarrollará teniendo en cuenta todos los aspectos de usabilidad necesarios para tener una interfaz amigable.

11.2 Requerimientos del sistema

- Lenguaje de programación: Python
- Desarrollo: Google Colab
- Interfaz de desarrollo: Android Studio
- Dataset: Firebase

Tabla 5: Personas que intervienen en el proyecto de investigación

Agente	Funciones	Técnicas, espacios y distribución	Población	Muestra
Tutor	Guía	Técnica experimental	1	1
Estudiante	Investigador	Ejecutor del proyecto	1	1
Agricultores	Suministran información	Encuesta	10	10
Compradores	Suministran información	Encuesta	20	20

Realizado por: El Investigador

11.3 Inicialización

En esta fase se va a detallar los requerimientos iniciales de la aplicación móvil, definición inicial del proyecto, propósito y funcionalidad:

a. Requisitos Iniciales

A continuación, se detallan los requerimientos iniciales de la aplicación:

- Determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.
- Guardar resultado almacenado.
- Subir Resultado almacenado al Firebase.

b. Análisis de requerimientos iniciales

A continuación, se establece el nivel de importancia que tiene cada requerimiento inicial, con un rango establecido de 1 a 10 en el que 10 representa el grado de mayor importancia.

Tabla 6: Requisitos Iniciales

Requisitos Iniciales	Importancia
Determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.	10
Guardar resultado almacenado.	10
Subir Resultado al Firebase.	10

11.4 Actor de la Aplicación Móvil

La aplicación estará dirigida a los agricultores de la Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza” donde se establecería como actor número uno.

11.4.1 Historias de Usuarios

Para establecer los requerimientos se realizó una entrevista al gerente de la Asociación de productores Agrícola Agro Export “Mendoza”, para luego generar las historias de usuario, a continuación, se detalla cada una:

Tabla 7: Historia de Usuario Numero 1

Historia de Usuario	
HU-001	Determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.
Actor	ACT-001
Descripción	La aplicación permitirá determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.

Importancia	Alta
-------------	------

Elaborado por: El Investigador

Tabla 8: Historia de Usuario Numero 2

Historia de Usuario	
HU-002	Guardar resultado almacenado.
Actor	ACT-001
Descripción	La aplicación permitirá guardar el resultado de cada grano de fermentación de los granos de cacao.
Importancia	Alta

Elaborado por: El Investigador

Tabla 9: Historia de Usuario Numero 3

Historia de Usuario	
HU-003	Subir Resultado al Firebase.
Actor	ACT-001
Descripción	La aplicación permitirá subir el resultado al Firebase.
Importancia	Alta

Elaborado por: El Investigador

c. Análisis de requerimientos y pre-requisitos

Con el objetivo de cumplir con todos los requerimientos funcionales de la aplicación móvil es necesario definir los pre-requisitos a nivel técnico que permita realizar la implementación de cada requerimiento.

Determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.

Pre-requisitos

- a. Modelo de red neuronal entrenado
- b. Activar la cámara del dispositivo móvil.
- c. Subir imagen desde la galería

Guardar resultado almacenado.

Pre-requisitos

- d. Verificar el estado de fermentación que se encuentra.

Subir Resultado al Firebase.

Pre-requisitos

- e. Subir de acuerdo al estado de fermentación que se encuentra

d. Planificación de fases**Tabla 10:** Planificación de fases

Fase	Iteración	Descripción
Inicialización	Iteración 0	Establecimiento del proyecto, Análisis de requerimientos iniciales, Supuestos y dependencias.
Producción	Iteración módulo de determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.	Implementación del módulo de determinar el grado de fermentación de los granos de cacao, mejora y actualización de historias de usuarios, Refinamiento de interfaces, Creación y cumplimiento de pruebas.
	Iteración módulo de información	Implementación del módulo de información mejora y actualización de historias de usuarios, Refinamiento de interfaces, Creación y cumplimiento de pruebas de aceptación.
Estabilización	Iteración módulo de determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.	Mejora del módulo de determinar el grado de fermentación de los granos de cacao. Refinamiento de interfaces. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración módulo de información.	Mejora del módulo de detección de información, Refinamiento de interfaces. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.

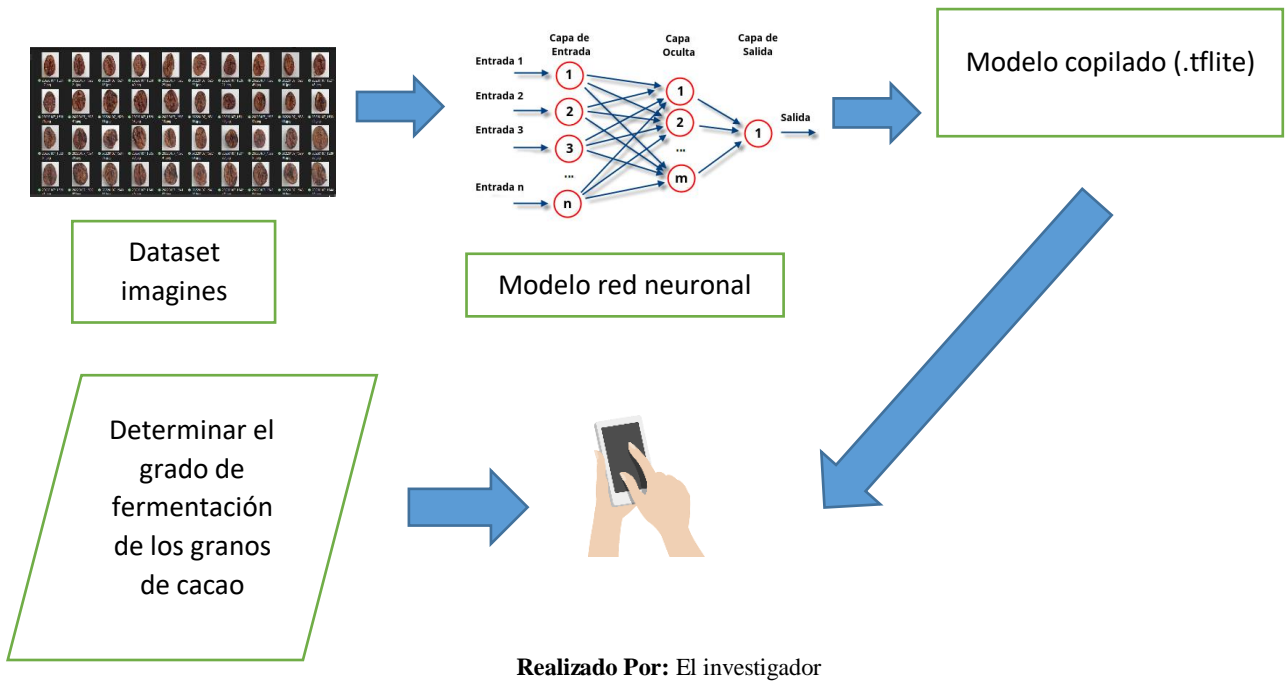
Pruebas del sistema	Iteración de Pruebas del sistema	Se realiza la evaluación de las pruebas y se ejecuta el análisis de los resultados
----------------------------	----------------------------------	--

e. Diseño de la aplicación

En la Figura 4 se muestra el diseño de la aplicación, el cual está conformado por dos componentes principales, un modelo de red neuronal entrenado y validado, en un formato compatible para dispositivos móviles y una aplicación móvil.

Esta aplicación móvil utiliza el modelo de red neuronal para realizar el proceso de diagnóstico de plagas en tiempo real a través del acceso a la cámara del dispositivo móvil.

Figura 4: Diseño de la aplicación



f. Arquitectura de la aplicación

En la Figura 5 se presenta la arquitectura de la aplicación, conformado por la aplicación móvil y un modelo de red neuronal convolucional, el cual es unido dentro de la aplicación móvil para que funcione a través de la cámara del dispositivo móvil.

Figura 5: Arquitectura de la aplicación



Realizado Por: El investigador

11. 5 Requerimientos Funcionales y no Funcionales

Tabla 11: Requerimientos Funcional

Requerimiento	Descripción
Vinculación con la cámara del teléfono.	Vincular la cámara hacia la aplicación para tomar fotos de los granos de cacao.
Subir fotos a la aplicación.	Subir fotos a la aplicación para determinar el estado de fermentación de los granos de cacao.

Elaborado por: El investigador


Tabla 12: Requerimientos no Funcional

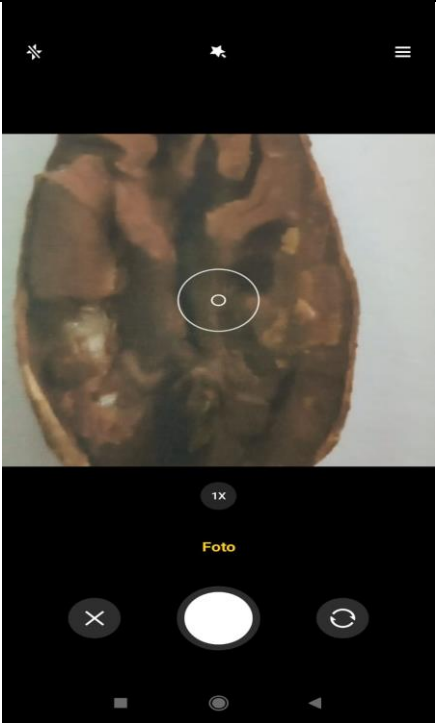
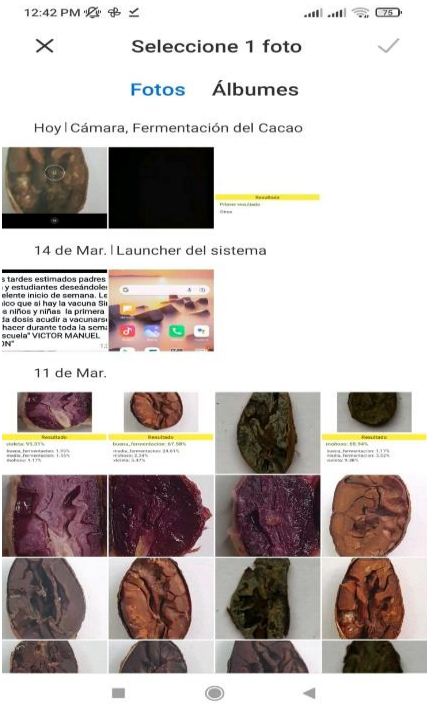
Requerimiento	Descripción
Interfaz grafica	La interfaz gráfica de usuario, es conocida también como GUI, es un programa informático permite y que actúa de interfaz de usuario.
Pruebas de carga	Las pruebas de carga son la específicamente práctica de simular , o cargar, en cualquier software, o sistema para analizar e identificar factores como la capacidad de respuesta.



Elaborado por: El investigador



11.6 Resultados de pruebas de caja negra

Tabla 13: Pruebas de caja negra

Descripción	Resultado	Aprobación	Imagen
<p>Primer interfaz gráfica de la aplicación.</p>	<p>La aplicación permitirá tomar fotos o subir imágenes de los granos de cacao en estado de fermentación.</p>	<p>Si</p>	 <p>The screenshot shows the mobile application interface. At the top, there is a purple header with the text 'Fermentación del Cac...' and navigation icons. Below the header is the app logo 'TF-Lite F-Cocoa-Q' with a cocoa bean icon. The main content area features a large black silhouette of a cocoa bean with its internal structure visible. Below the illustration, a yellow bar contains the word 'Resultado'. Underneath, the text reads 'Primer Resultado: 0.00%' and 'Resultados Secundarios: 0.00%'. At the bottom, there is a navigation bar with buttons for 'NUEVA', 'GUARDAR', and 'SUBIR', along with a camera icon. The Android system bar is visible at the very bottom.</p>

<p>Tomar fotos</p>	<p>La aplicación está vinculada con la cámara del teléfono para tomar muestras de los granos de cacao en estado de fermentación</p>	<p>Si</p>	
<p>Subir Fotos</p>	<p>La aplicación permite subir imágenes desde la galería de nuestro teléfono móvil.</p>	<p>Si</p>	

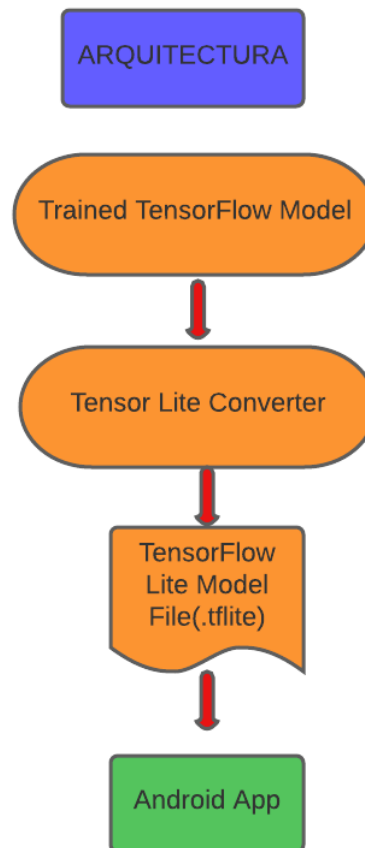
<p>Estado de fermentación Violeta</p>	<p>93.64% de estado de fermentación color violeta</p> <p>3.88% Buena fermentación</p> <p>0.94% media fermentación</p> <p>1.55% mohoso</p>	<p>Si</p>	 <p>6:33 Fermentación del Cac... TF-Lite F-Cocoa-Q</p> <p>Resultado</p> <p>Violeta: 93.64%</p> <p>Buena Fermentación: 3.88%</p> <p>Mediana Fermentación: 0.94%</p> <p>Mohoso: 1.55%</p> <p>NUEVA GUARDAR SUBIR</p>
<p>Estado de fermentación Buena</p>	<p>85.03% de estado de fermentación buena</p> <p>8.32% media fermentación</p> <p>2.97% Mohoso</p> <p>3.68% violeta</p>	<p>Si</p>	 <p>5:55 Fermentación del Cac... TF-Lite F-Cocoa-Q</p> <p>Resultado</p> <p>Buena Fermentación: 85.03%</p> <p>Mediana Fermentación: 8.32%</p> <p>Mohoso: 2.97%</p> <p>Violeta: 3.68%</p> <p>NUEVA GUARDAR SUBIR</p>

<p>Estado de fermentación Media</p>	<p>93.40% estado de fermentación media 2.12% buena fermentación 2.70% mohoso 1.78% violeta</p>	<p>Si</p>	 <p>6:33 Fermentación del Cac... TF-Lite F-Cocoa-Q</p> <p>Resultado</p> <p>Mediana Fermentación: 93.40% Buena Fermentación: 2.12% Mohoso: 2.70% Violeta: 1.78%</p> <p>NUEVA GUARDAR SUBIR</p>
<p>Estado de fermentación mohoso</p>	<p>80.86% estado de fermentación mohoso 8.59% buena fermentación 5.86% mohoso 5.08% violeta</p>	<p>Si</p>	 <p>6:32 Fermentación del Cac... TF-Lite F-Cocoa-Q</p> <p>Resultado</p> <p>Mohoso: 95.95% Buena Fermentación: 0.40% Mediana Fermentación: 0.90% Violeta: 2.76%</p> <p>NUEVA GUARDAR SUBIR</p>

Elaborado por: El Investigador

11.7 Arquitectura de la Aplicación Móvil

Figura 6: Arquitectura MobileNet en Android



Realizado Por: El investigador

11.8 Plan de Ataque

En este marco se ha propuesto el desarrollo de un algoritmo CNN de Deep Learning dedicado al reconocimiento de imágenes, para lograr realizar el reconocimiento de la calidad de fermentación de los granos de cacao. CNN es una red neuronal artificial que imita el funcionamiento del ojo humano para identificar objetos o características y para lograr este trabajo contiene varias capas especializadas. Este algoritmo obtiene las características sobre la calidad de fermentación desde una base de conocimiento con imágenes clasificadas en 5 tipos.

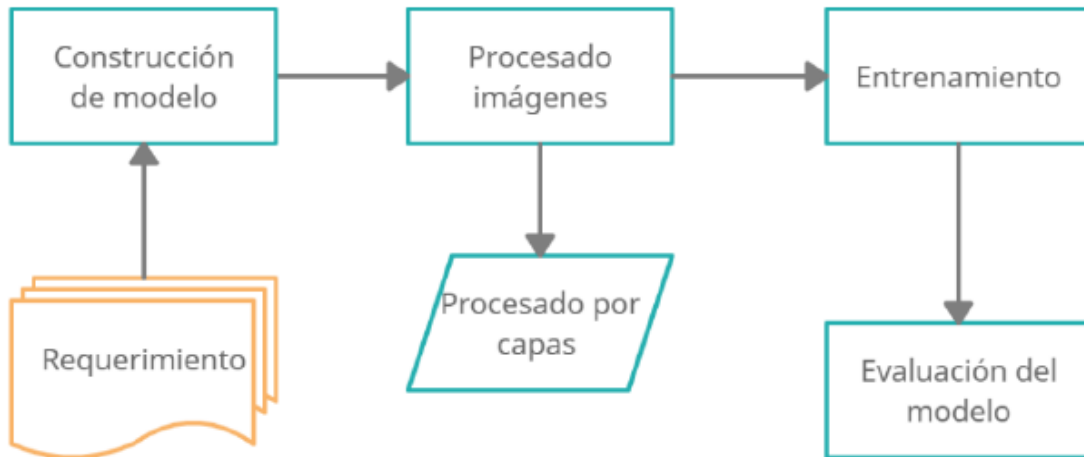
Todo el proceso de trabajo de este marco se divide en los siguientes 5 pasos.

- Fuentes de recopilación de información
- Obtención del conjunto de imágenes.
- Construcción del Modelo CNN
- Entrenamiento y prueba del modelo

- Evaluación del modelo

Los pasos anteriores se describen detalladamente a continuación.

Figura 7: Visión general del método propuesto



Fuente: Investigador

11.9 Producción, estabilización y pruebas

11.9.1 Implementación de la aplicación

Una vez finalizado con el diseño de la aplicación móvil se inicia con la implementación de las funcionalidades de la misma, a través del desarrollo iterativo incremental garantizando la calidad a través de pruebas que permitan validar que la aplicación cumple con todos los requisitos establecidos en el capítulo anterior.

- Estándares de codificación

Variables

Los nombres de las variables estarán definidos la primera palabra en minúscula y el primer carácter de la segunda en mayúscula.

Métodos

Los métodos estarán establecidos de la siguiente manera, varias palabras de un método la primera palabra en minúscula y el primer carácter de la segunda en mayúscula.

Clases

Los nombres de las clases que contengan varias palabras, se utilizara el primer carácter de la primera palabra en mayúscula y el primer carácter de la segunda en mayúscula.

11.10 Diseño aplicación móvil

11.10.1 TF-LITE F-Cocoa-Q, Clasificador de calidad de granos de cacao fermentados con TensorFlow Lite Model Maker

Descarga de paquetes e importación de las librerías pyrebase, tflite-maker , de acuerdo a los requerimientos necesarios para el desarrollo del modelo.

Figura 8: Descarga de paquetes e importación de las librerías

```

+ Código + Texto
TF-Lite F-Cocoa-Q

Descarga de paquetes e importación de librerías

!pip install pyrebase
!pip install -q tflite-model-maker

Requirement already satisfied: pyrebase in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (3.0.27)
Requirement already satisfied: gcloud==0.17.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pyrebase) (0.17.0)
Collecting requests==2.11.1
Using cached requests-2.11.1-py3-none-any.whl (514 kB)
Requirement already satisfied: requests-toolbelt==0.7.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pyrebase) (0.7.0)
Requirement already satisfied: pycryptodome==3.4.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pyrebase) (3.4.3)
Requirement already satisfied: python-jwt==2.0.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pyrebase) (2.0.1)
Requirement already satisfied: oauth2client==3.0.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pyrebase) (3.0.0)
Requirement already satisfied: protobuf==3.0.0b2.post1, >=3.0.0b2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from gcloud==0.17.0->pyrebase) (3.17.3)
Requirement already satisfied: httplib2>=0.9.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from gcloud==0.17.0->pyrebase) (0.17.4)
Requirement already satisfied: googleapis-common-protos in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from gcloud==0.17.0->pyrebase) (1.56.0)
Requirement already satisfied: six in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from gcloud==0.17.0->pyrebase) (1.15.0)
Requirement already satisfied: pyasn1>=0.1.7 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from oauth2client==3.0.0->pyrebase) (0.4.8)
Requirement already satisfied: rsa>=3.1.4 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from oauth2client==3.0.0->pyrebase) (4.8)
Requirement already satisfied: pyasn1-modules>=0.0.5 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from oauth2client==3.0.0->pyrebase) (0.2.8)
Requirement already satisfied: jws>=0.1.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from python-jwt==2.0.1->pyrebase) (0.1.3)
Installing collected packages: requests
Attempting uninstall: requests
Found existing installation: requests 2.27.1

```

Realizado por: El Investigador

11.10.2 Importar el modelo TensorFlow

Importamos el modelo TensorFlow facilita la creación de modelos de aprendizaje automático, sin importar si eres principiante o experto.

Figura 9: Modelo TensorFlow

```

import firebase_admin
from firebase_admin import ml
from firebase_admin import credentials

import pyrebase
import shutil
import os

import numpy as np

import tensorflow as tf
assert tf.__version__.startswith('2')

from tflite_model_maker import model_spec
from tflite_model_maker import image_classifier
from tflite_model_maker.config import ExportFormat
from tflite_model_maker.config import QuantizationConfig
from tflite_model_maker.image_classifier import DataLoader

image_path = '/content/cocoabeans'

if (not os.path.exists(image_path)):
    os.mkdir(image_path)
if (not os.path.exists(image_path + "/mohoso")):
    os.mkdir(image_path + "/mohoso")
if (not os.path.exists(image_path + "/buena_fermentacion")):
    os.mkdir(image_path + "/buena_fermentacion")
if (not os.path.exists(image_path + "/media_fermentacion")):
    os.mkdir(image_path + "/media_fermentacion")

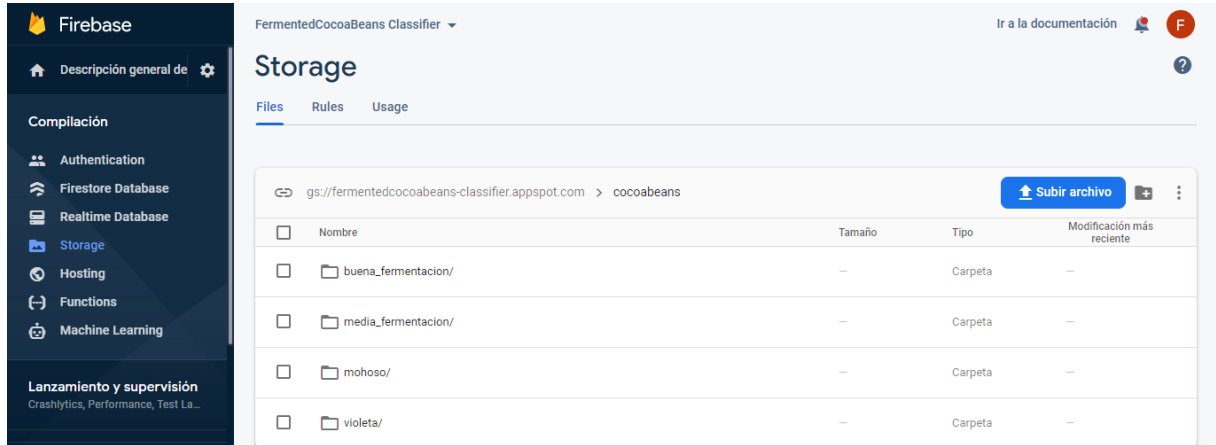
```

Realizado por: El Investigador

11.10.3 Firebase

Firebase storage, está separada cada carpeta de estado de fermentación.

Figura 10: Firebase storage

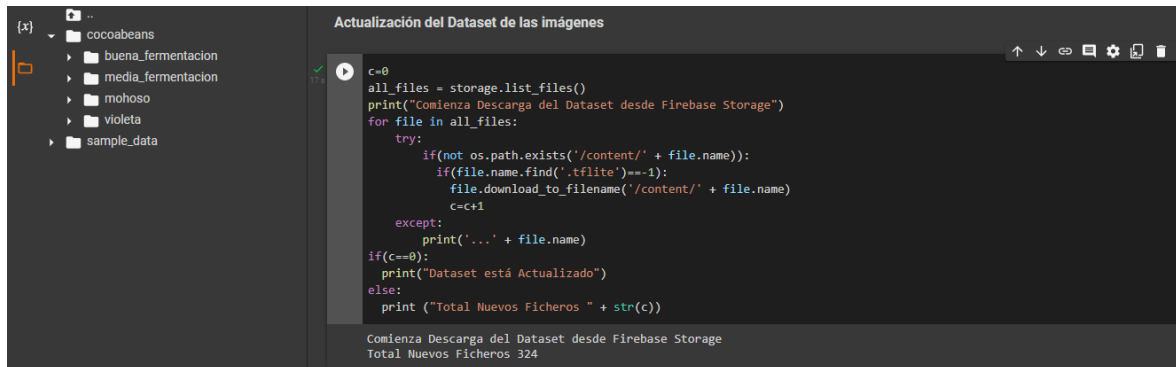


Realizado por: El Investigador

11.10.4 Actualizar el dataset de las imágenes

Actualizar el dataset permite que el dataset haga uso de las nuevas funciones disponibles en la versión actual del software.

Figura 11: Actualización del dataset

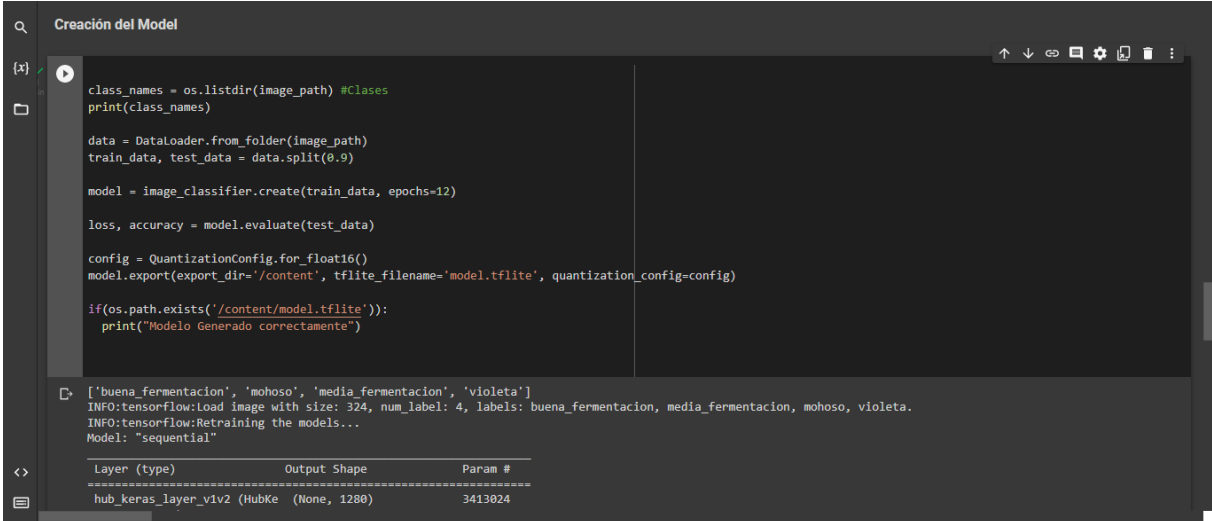


Realizado por: El Investigador

11.10.5 Creación del modelo

Se crea el modelo con las nuevas imágenes que se actualizo en el dataset.

Figura 12: Creación del modelo



```

class_names = os.listdir(image_path) #Clases
print(class_names)

data = DataLoader.from_folder(image_path)
train_data, test_data = data.split(0.9)

model = image_classifier.create(train_data, epochs=12)

loss, accuracy = model.evaluate(test_data)

config = QuantizationConfig.for_float16()
model.export(export_dir='./content', tflite_filename='model.tflite', quantization_config=config)

if(os.path.exists('./content/model.tflite')):
    print("Modelo Generado correctamente")

```

```

['buena_fermentacion', 'mohoso', 'media fermentacion', 'violeta']
INFO:tensorflow:load image with size: 324, num_label: 4, labels: buena_fermentacion, media_fermentacion, mohoso, violeta.
INFO:tensorflow:Retraining the models...
Model: "sequential"

```

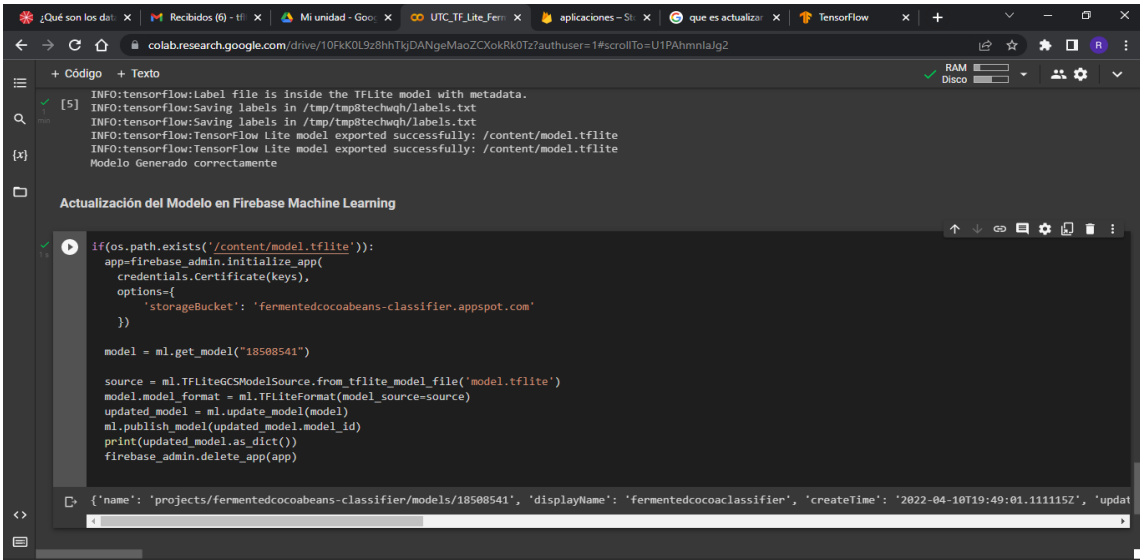
Layer (type)	Output Shape	Param #
hub_keras_layer_v1v2 (HubKe	(None, 1280)	3413024

Realizado por: El Investigador

11.10.6 Actualización del nuevo modelo en Firebase de Machine Learnig

Se genera el nuevo modelo en model.tflite , que se actualizara desde el Firebase de Machine Learnig.

Figura 13: Actualización del nuevo modelo en Firebase de Machine Learnig



```

if(os.path.exists('./content/model.tflite')):
    app=firebase_admin.initialize_app(
        credentials.Certificate(keys),
        options={
            'storageBucket': 'fermentedcocoabeans-classifier.appspot.com'
        })

    model = ml.get_model("18508541")

    source = ml.TFLiteGCSModelSource.from_tflite_model_file('model.tflite')
    model.model_format = ml.TFLiteFormat(model_source=source)
    updated_model = ml.update_model(model)
    ml.publish_model(updated_model.model_id)
    print(updated_model.as_dict())
    firebase_admin.delete_app(app)

```

```

{'name': 'projects/fermentedcocoabeans-classifier/models/18508541', 'displayName': 'fermentedcocoaclassifier', 'createTime': '2022-04-10T19:49:01.111152Z', 'updat

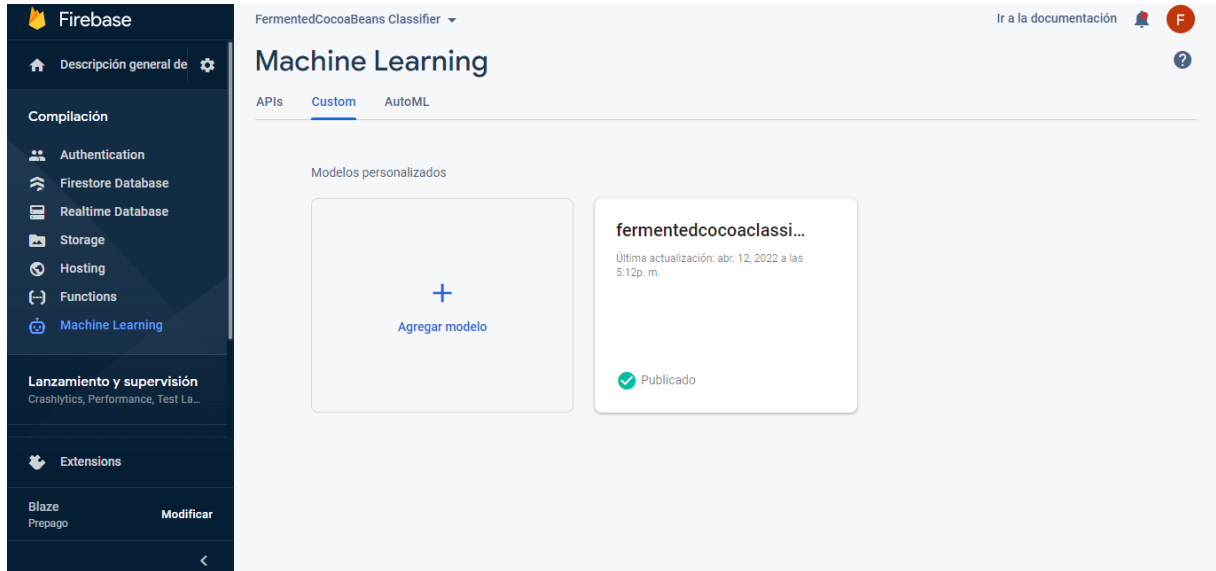
```

Realizado por: El Investigador

11.10.7 Firebase Machine Learning

En el Firebase Mach Learnign se creó el nuevo modelo de donde se podrá descargar desde la aplicación.

Figura 14: Firebase Machine Learning

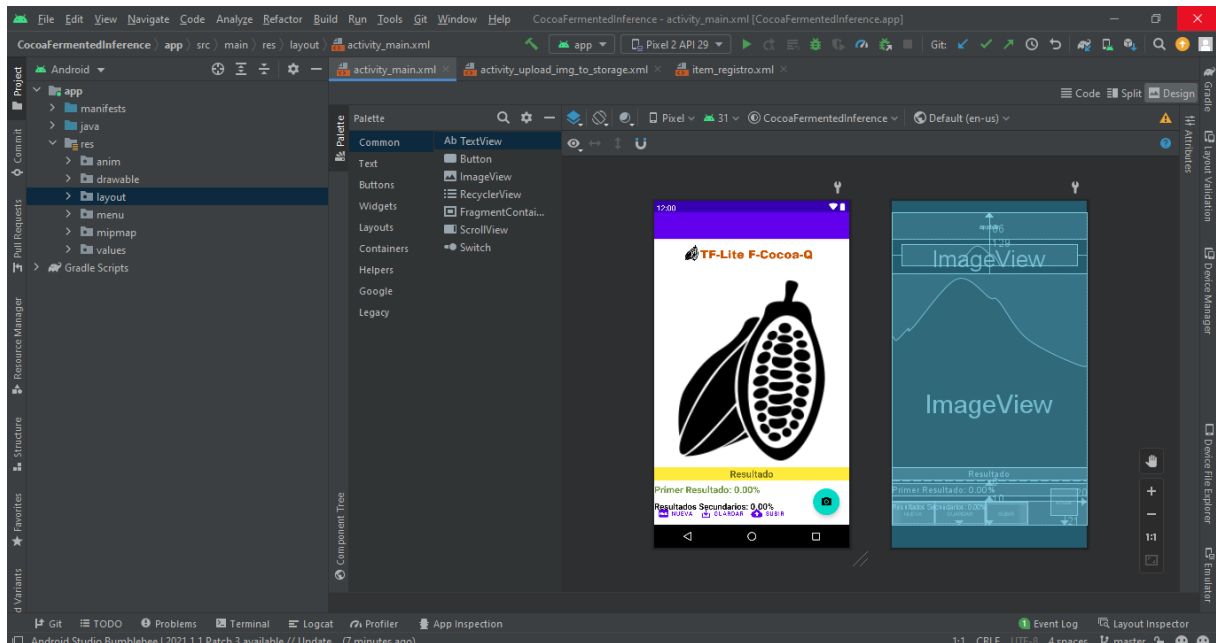


Realizado por: El Investigador

11.10.8 Página principal de la aplicación

Se diseñó la página principal de la aplicación con sus funciones de ejecución.

Figura 15: Diseño de la interfaz principal de la aplicación con Android Studio.

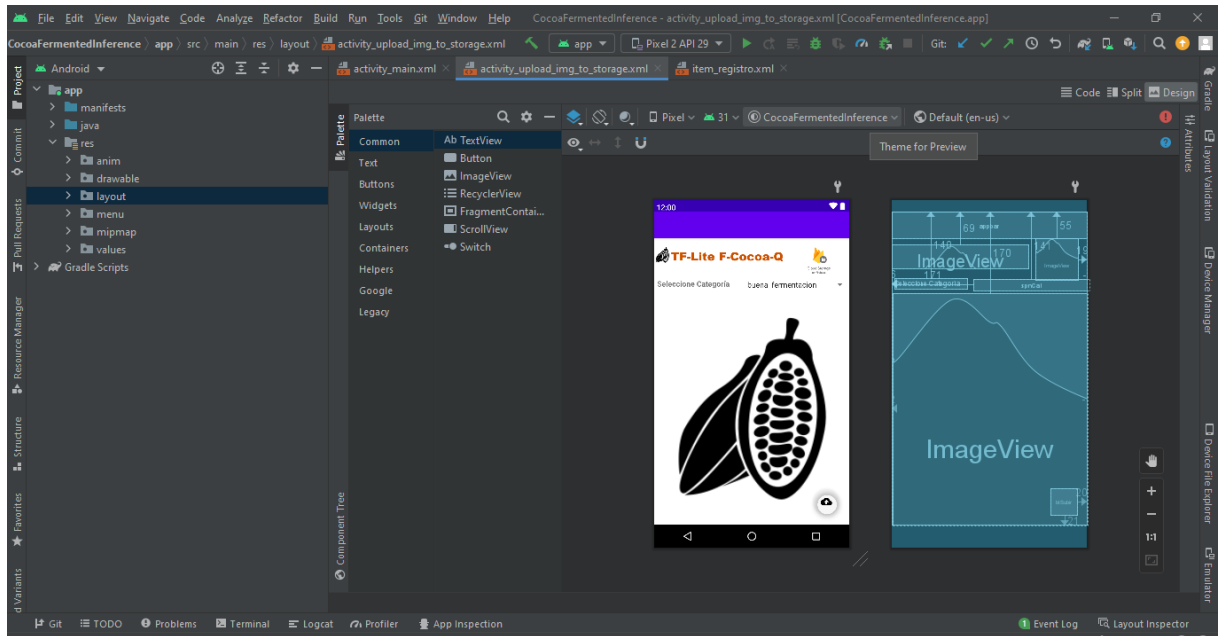


Realizado por: El Investigador

11.10.9 Página secundaria, subir imagen al firebase desde la aplicación

Se diseñó la página secundaria de la aplicación con su función de subir la imagen a firebase.

Figura 16: Diseño de la interfaz secundaria subir la imagen al firebase desde la aplicación.

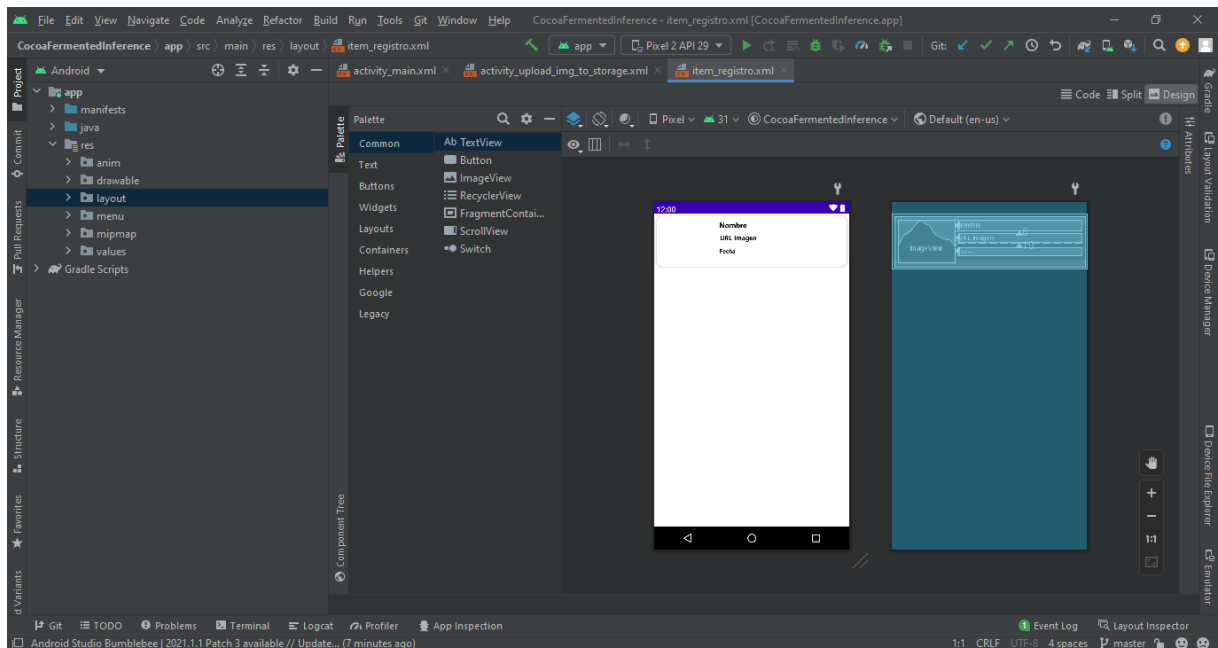


Realizado por: El Investigador

11.10.10 Registro de imágenes en la aplicación

Se diseñó la página donde se registrará las imágenes en la aplicación.

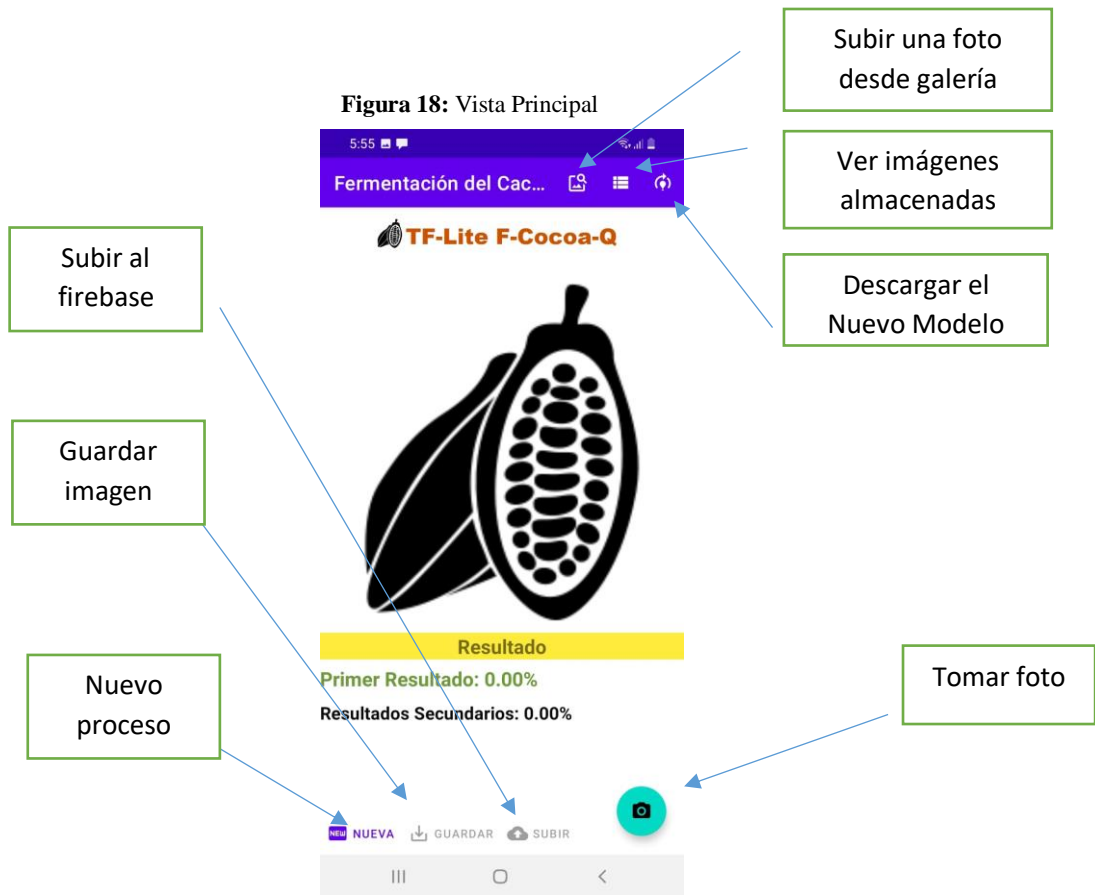
Figura 17: Diseño de la interfaz de registro de imágenes en la aplicación.



Realizado por: El Investigador

11.11 MANUAL DE USUARIO

Una vez cargada nuestra aplicación aparecerá la pantalla en la cual nos permite subir una foto desde nuestra galería, y posteriormente tomar foto, así como las diferentes funciones guardar la imagen y ver las imágenes almacenadas, subir fotos al firebase y descargar el nuevo modelo.



Realizado por: El Investigador

Resultado del grado de fermentación del grano de cacao.

Figura 19: Resultado



Resultado buena fermentación

Realizado por: El Investigador

Guardamos el resultado almacenado.

Figura 20: Resultado almacenado

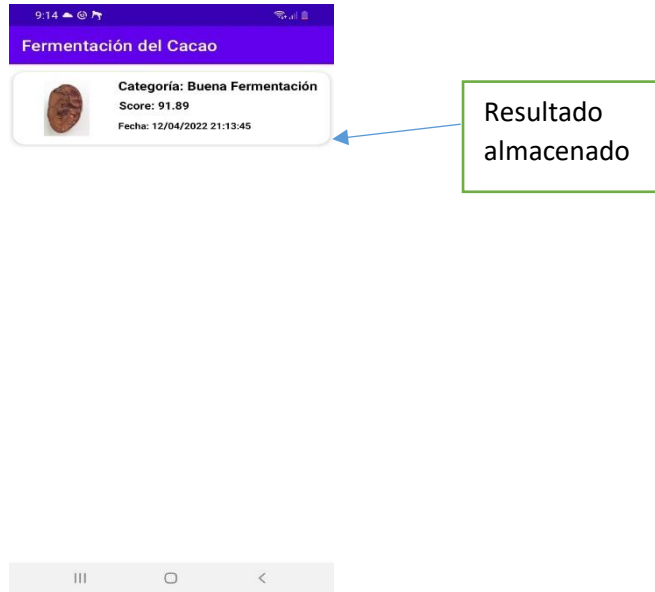


Resultado almacenado

Realizado por: El Investigador

Verificación del resultado almacenado.

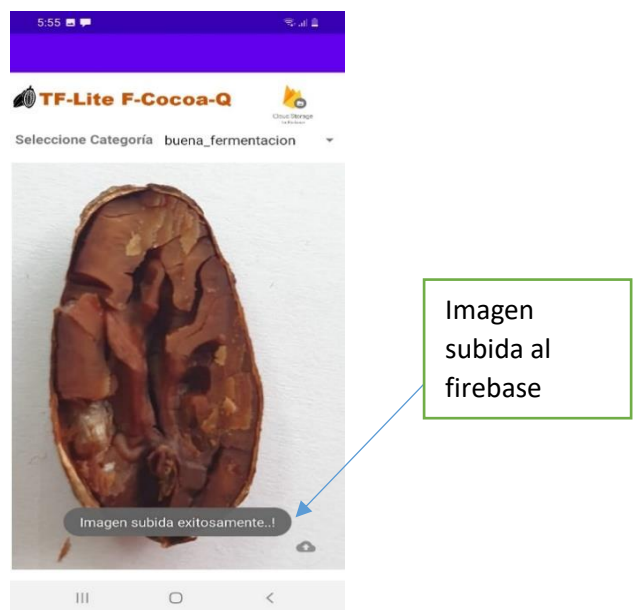
Figura 21: Verificación



Realizado por: El Investigador

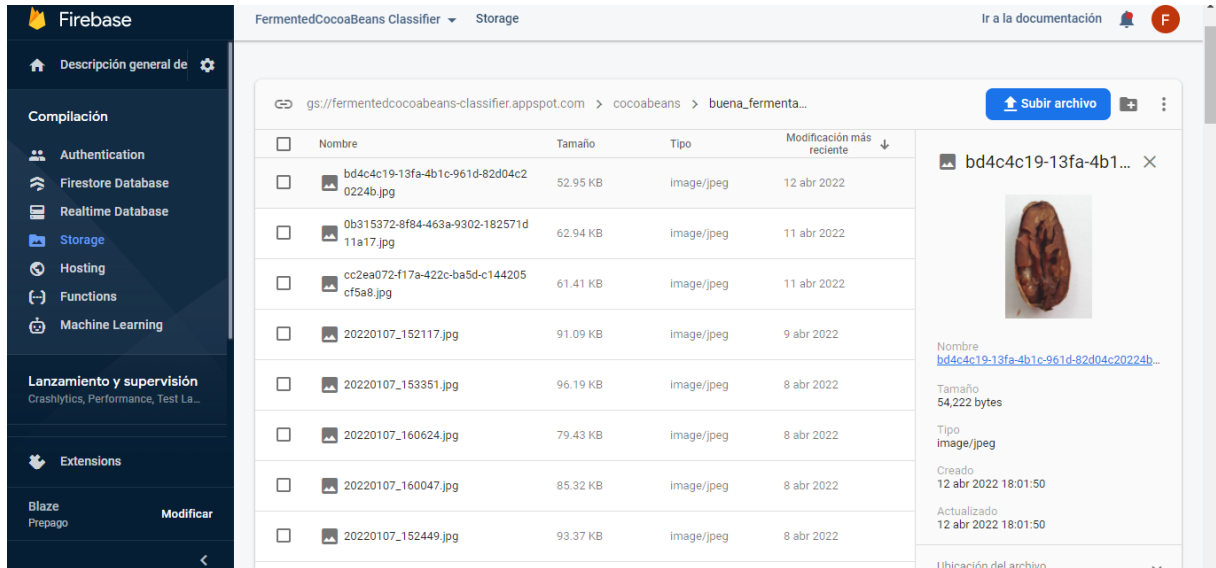
Después subimos la imagen al firebase.

Figura 22: Firebase



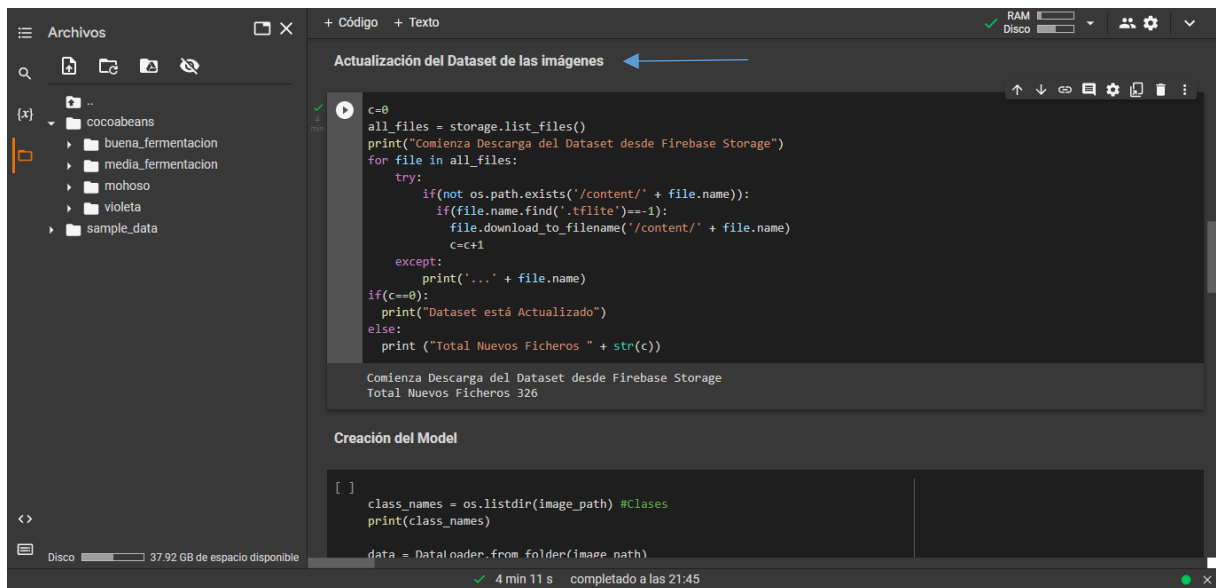
Realizado por: El Investigador

Figura 23: Diseño de la interfaz de registro de imágenes en la aplicación.



Realizado por: El Investigador

Figura 24: Actualización del dataset



Realizado por: El Investigador

Figura 25: Creamos el modelo con las nuevas imágenes, para que el modelo se entrene de nuevo.

```

class_names = os.listdir(image_path) #Clases
print(class_names)

data = DataLoader.from_folder(image_path)
train_data, test_data = data.split(0.9)

model = image_classifier.create(train_data, epochs=12)

loss, accuracy = model.evaluate(test_data)

config = QuantizationConfig.for_float16()
model.export(export_dir='/content', tflite_filename='model.tflite', quantization_config=config)

if(os.path.exists('/content/model.tflite')):
    print("Modelo Generado correctamente")

```

```

['buena fermentacion', 'mohoso', 'media fermentacion', 'violeta']
INFO:tensorflow:Load image with size: 326, num_label: 4, labels: buena_fermentacion, media_fermentacion, mohoso, violeta.
INFO:tensorflow:Retraining the models...
Model: "sequential"

```

Layer (type)	Output Shape	Param #
hub_keras_layer_v1v2 (HubKer)	(None, 1280)	3413024

1 min 17 s completado a las 21:48

Realizado por: El Investigador

Figura 26: Actualizamos el modelo en Firebase Machine Learning.

```

if(os.path.exists('/content/model.tflite')):
    app=firebase_admin.initialize_app(
        credentials.Certificate(keys),
        options={
            'storageBucket': 'fermentedcocoabeans-classifier.appspot.com'
        })

    model = ml.get_model("18508541")

    source = ml.TFLiteGCSModelSource.from_tflite_model_file('model.tflite')
    model.model_format = ml.TFLiteFormat(model_source=source)
    updated_model = ml.update_model(model)
    ml.publish_model(updated_model.model_id)
    print(updated_model.as_dict())
    firebase_admin.delete_app(app)

```

```

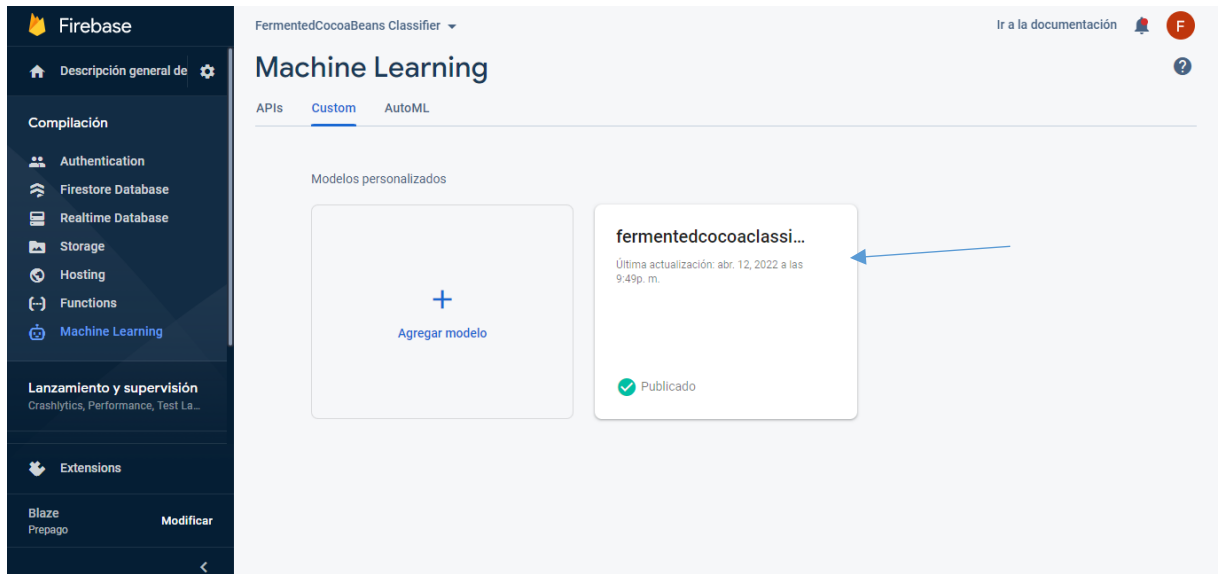
{'name': 'projects/fermentedcocoabeans-classifier/models/18508541', 'displayName': 'fermentedcocoaclassifier', 'createTime': '2023-08-15T21:49:00.000Z'}

```

9 s completado a las 21:49

Realizado por: El Investigador

Figura 27: Modelo actualizado en Machin Learning del Firebase



Realizado por: El Investigador

Modelo descargado desde el Machine Learning Firebase.

Figura 28: Modelo descargado



Pulsamos este botón de descarga

Modelo descargado

Realizado por: El Investigador

12. IMPACTOS DEL PROYECTO

12.1 Impacto Tecnológicos

Las aplicaciones móviles también generan innovaciones, ya que promueven producción de nuevos servicios, productos o procesos en el ámbito gerencial del nuestro país empresas exportadoras y comercializadoras del cacao del litoral ecuatoriano, durante el proceso de su comercialización, utilizan técnicas de perfiles sensoriales para determinar el estado o grado de fermentación de los granos de cacao el cual define su valor de compra/venta del mismo, considerando que el proceso queda sujeto a la percepción del comprador, se ha establecido desarrollarse tiene un impacto tecnológico ya que ayudara a las personas mediante el uso del mismo, predecir el estado de fermentación de los granos de cacao.

12.2 Impacto Social

Las personas podrán utilizar la aplicación desde un dispositivo móvil que será esencialmente un método rápido y confiable para clasificar granos de cacao según su calidad de fermentación.

12.3 Impacto Ambiental

La aplicación móvil no necesitara utilización de recursos naturales como lo es el papel. Este sistema de clasificación visual es el método tradicional utilizado en la actualidad para evaluar la calidad y aceptabilidad del cacao comercializable.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Gastos	Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Total
Software	Android Studio	1,0	Open Source	0,0
	Google Colab	1	0	0
	Sistema (Desarrollo)	1000,0	10,0	1000,0
Hardware	Laptop	1,0	500,0	500,0
	Teléfono Inteligente	1,0	300,0	300,0
Gastos varios	Hojas de papel boom	1,0	5,0	5,0
	Impresiones	300,0	0,0	9,0
	Esferos	1,0	0,5	0,5
	Carpetas	2,0	1,0	2,0
	Anillado	6,0	2,0	12,0
	Empastado	3,0	16,0	48,0
Total				1876,5

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones:

- El desarrollo del aplicativo móvil fue realizado acorde a la fundamentación teórica de técnicas de visión artificial basadas en Deep learnig lo que permitiera a la empresa Agro Export “Mendoza”, poder tener un adecuado control de las actividades en el proceso de fermentación de los granos de cacao para su comercialización.
- Se determinaron las herramientas para el diseño de la red neuronal, quedando como las más idóneas: Google colab permitió ejecutar código Python en el navegador, es especialmente adecuado para las tareas de aprendizaje automático, y Android Studio se diseñó a la aplicación móvil especialmente para Android.
- Se logró aplicar la metodología Mobile D utilizando sus fases de desarrollo que nos permite determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.

14.2 Recomendaciones:

- Es de gran importancia investigar la fundamentación teórica sobre lo que se va a realizar en este caso técnicas de visión artificial basadas en Deep learnig lo que permitirá desarrollar el aplicativo móvil con el fin de obtener mejores resultados.
- Utilizar herramientas idóneas y convenientes para el diseño de la red neuronal como es Googel Colab no requiere configuración y nos ofrece acceso sin coste adicional a recursos informáticos, Android Studio tiene todas las herramientas que son necesarias para el desarrollo de aplicaciones especialmente para la plataforma Android.
- Mobile D es una metodología exclusivamente para el desarrollo de aplicaciones móvil que nos permito aplicar sus fases en la empresa Agro Export “Mendoza” permitió establecer un proceso para determinar el grado de fermentación de los granos de cacao.

15. Bibliografía

- Afoakwa, E. P. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 48 (9), 840–857.
- APD, R. (02 de 03 de 2021). Cómo aplicar la metodología Scrum y qué es el método Scrum. Obtenido de <https://www.apd.es/metodologia-scrum-que-es/#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20Scrum%20es%20un,resultado%20de%20un%20proyecto%20determinado>.
- Beg, M.S., Ahmad, S., Jan, K., Bashir, K., 2017. Status, supply chain and processing of cocoa-A review. *Trends Food Sci. Technol.* 66, 108–116.
- Castro-Alayo, E.M., Idrogo-Vásquez, G., Siche, R., Cardenas-Toro, F.P., 2019. Formation of aromatic compounds precursors during fermentation of Criollo and Forastero cocoa. *Heliyon* 5 (1), e01157. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01157>.
- FAOSTAT, 2020. Production/Yield Quantities of Cocoa, Beans in World, 2020. Retrieved from p. Retrieved June 14. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.
- Castellanos, L. R. (s.f.). Obtenido de Sistemas Operativos Móviles: <https://dtyoc.com/2016/10/03/sistemas-operativos-moviles/>
- CEUPE, B. d. (s.f.). Obtenido de ¿Qué son los dispositivos móviles: <https://www.ceupe.com/blog/que-son-los-dispositivos-moviles.html>
- Cruz, L. (. (2014). Obtenido de Metodología de Investigación.: <http://universidadmultitecnica.edu.mx/public/docs/Material%20M%C3%A9todos%20de%20Investigaci%C3%B3n.pdf>
- Herazo, L. (25 de 01 de 2010). Obtenido de Qué es una aplicación móvil.: <https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/>
- Kongor, J. T. (2013). Effects of fermentation and drying on the fermentation index and cut test of pulp pre- conditioned ghanaiian cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *J. Food Sci. Eng.* 3, 625–634.
- ISO 2451:2017 - Cocoa beans — Specification and quality requirements. 449 Retrieved 23 September 2020, from <https://www.iso.org/standard/68202.html>
- N. León-Roque, M. Abderrahim, L. Nuñez-Alejos, S. M. Arribas, et L. Condezo-Hoyos, « Prediction of fermentation index of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) based on color measurement and artificial neural networks », *Talanta*, vol. 161, p. 3139, déc. 2016.
- M. Barel, *Qualité du cacao: l’impact du traitement post-récolte*. Editions Quae, 2013.

E. Teye et al., « Estimating cocoa bean parameters by FT-NIRS and chemometrics analysis », *Food Chem.*, vol. 176, p. 403–410, 2015.

Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. CIENCIAMÉRICA*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6163749.pdf>

Marker, G. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es Android?: <https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-android/>

Motamayor Tobar, G. (2019). *TERMODINAMICA APLICADA*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/48015494/INFORME-4-TERMODINAMICA-APLICADA-Gonzalo-Tobardocx/>

Nielfa, J. S. (2020). Qué es Android Studio. Obtenido de *Android Studio: El entorno de desarrollo oficial de Android*: <https://scoreapps.com/blog/es/android-studio/>

ORACLE. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es la inteligencia artificial—IA?: <https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/what-is-ai/>

Piñeres, J. J. (2022). Obtenido de *IMPLEMENTACION DE SISTEMAS*: [https://es.educaplay.com/recursos-educativos/2044962-
implementacion_de_sistemas.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/2044962-implementacion_de_sistemas.html)

Redacción., A. (s.f.). método Scrum. Obtenido de <https://www.apd.es/metodologia-scrum-que-es/>

RODRÍGUEZ, T. (29 de 09 de 2011). Obtenido de *Métodos aplicables para el desarrollo de aplicaciones móviles*: <https://www.genbeta.com/desarrollo/metodos-aplicables-para-el-desarrollo-de-aplicaciones-moviles>

Santos, T. (25 de 10 de 2020). Obtenido de *Google Colab: ¿qué es y cómo usarlo?*: <https://www.aluracursos.com/blog/google-colab-que-es-y-como-usarlo>

t3t3. (3t). r343r3.

Universidades, S. (04 de 09 de 2021). *Python: qué es y por qué deberías aprender a utilizarlo*. Obtenido de <https://www.becas-santander.com/es/blog/python-que-es.html>

16. ANEXOS.

Anexo 1. Datos del estudiante



CURRICULUM VITAE

INFORMACION PERSONAL

NOMBRES:	Reymond Galo
APELLIDOS:	Calero Mora
FECHA DE NACIMIENTO:	29 de Agosto de 1999
LUGAR DE NACIMIENTO:	Quevedo – Los ríos
NACIONALIDAD:	Ecuatoriana
EDAD:	22 años
CEDULA DE IDENTIDAD:	0504094871
ESTADO CIVIL:	Soltero
DIRECCION DOMICILIARIA:	VALENCIA Av. Rocafuerte y 2 de agosto
CELULAR:	0963910870
CORREO:	reymondcalero55@gmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS :

Primer Nivel:
Escuela Víctor Manuel Rendón

Segundo Nivel:
Unidad Educativa Ciudad de Valencia

Tercer Nivel:
Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná (Estudiante)

TITULOS :

- BACHILLER TÉCNICO DE SERVICIOS EN CONTABILIDAD
- Chofer Profesional (“C “)

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el idioma inglés

SEMINARIOS REALIZADOS

- Liderazgo & Comunicación Política, 28 de agosto del 2021
- III Jornadas Informáticas
Dictado: La Universidad Técnica de Cotopaxi a través de la dirección de Educación continua
Lugar y fecha: La Maná 12 de julio de 2018
Duración: 40 horas
- IV Congreso Internacional de Investigación Científica
Dictado: La Universidad Técnica de Cotopaxi a través de la dirección de Educación continua
Lugar y fecha: La Maná 10 de mayo del 2019
Duración: 40 horas
- IV Jornadas Sistemas de Información
Dictado: La Dirección de Educación Continua
Lugar y fecha: La Maná 13 de diciembre del 2019
Duración: 40 horas

REFERENCIAS PERSONALES

- Sra. Gaby Álvarez 0984518913
- Ing. Ronny Calero 0993712802

Anexo 2. Datos del Tutor

WILMER CLEMENTE CUNUHAY CUCHIPE

***CURRICULUM
VITAE***

1.- DATOS PERSONALES

Nombres y apellidos: Wilmer Clemente Cunuhay CuchiPE

Fecha de nacimiento: 06 de septiembre de 1977

Cedula de ciudadanía: 050239570-0

Estado civil: Divorciado

Dirección de domicilio: Latacunga “Barrio la Estación /calle “corazón y pastocalle” # 1-41

Números telefónicos: 032807872 / 0983285783

E-mail: wilmer.cunuhay@utc.edu.ec

clementemvm@gmail.com

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

Nivel primario: Escuela a Fiscal “Pedro Vicente Maldonado”

Nivel secundario: Colegio Nacional Experimental “Provincia de Cotopaxi”

Nivel superior: Universidad Técnica De Cotopaxi

Posgrado: Universidad Regional Autónoma de los Andes – UNIANDES

3.- TITULO

Pregrado: Ingeniero en Informática y Sistemas Computacionales Posgrado

Especialista: Redes De Comunicación de Datos

Posgrado Magister: Informática Empresarial

4.- EXPERIENCIA LABORAL

- Universidad Técnica de Cotopaxi 2021
- ESFORSE-Sede Ambato 2020
- ESPE-Sede Latacunga 2019

WILMER CLEMENTE CUNUHAY CUCHIPE

- Software y hardware 2017-2019
- Universidad Regional Autónoma de los Andes “UNIANDES” 2014 – 2017
- Universidad Técnica de Cotopaxi 2009-2013
- Dirección Provincial de cultura Cotopaxi 2009
- Arcoflor flores Arco Iris 2008
- PDA 2007
- Esaeweb 2007
- Familia Sancela Del Ecuador S.A 2006

Anexo 3. Formato de la Encuesta



La encuesta tiene como principal objetivo verificar la viabilidad para desarrollar el aplicativo móvil. Tema: Desarrollo de una aplicación móvil para determinar el grado de fermentación de los granos de Cacao (*Theobroma cacao* L.) aplicando técnicas de visión artificial basadas en Deep Learning

1. ¿Cree usted que la implementación del aplicativo móvil permitirá brindar un buen servicio?

SI

NO

2. ¿Cree usted que es necesario que la empresa tenga el control en el estado de fermentación de los granos de cacao?

SI

NO

3. ¿Está usted de acuerdo que la aplicación móvil pueda predecir el estado de fermentación de los granos de cacao?

SI

NO

4. ¿Considera usted que los agricultores deben utilizar la aplicación móvil?

SI

NO

5. ¿Cree usted que el aplicativo móvil mostrara los resultados esperados?

SI

NO

6. ¿Utiliza usted con frecuencia el teléfono?

SI

NO

Resultados de la encuesta efectuadas a los clientes de la empresa Agro Export Mendoza

Anexo 4. Tabulación de la encuesta

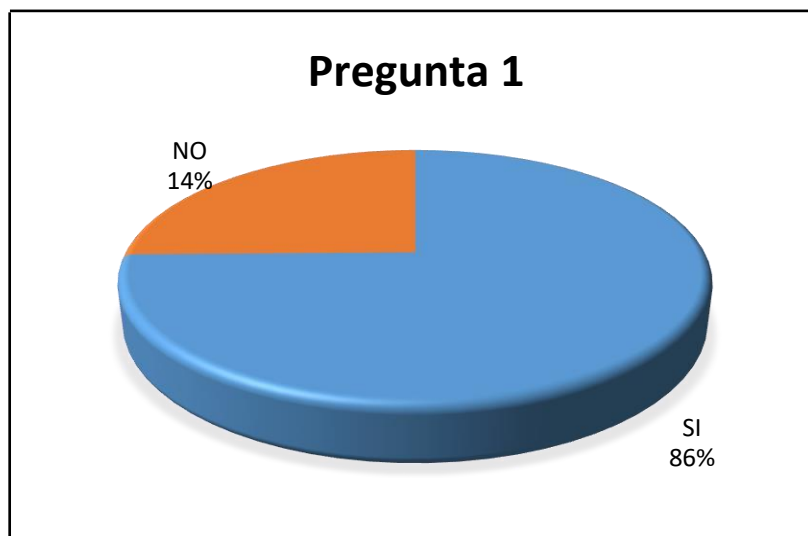
TABULACIÓN DE DATOS

Pregunta 1

¿Cree usted que la implementación del aplicativo móvil permitirá brindar un buen servicio?

Detalle	Personas	Porcentaje
SI	26	86%
NO	4	14%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Investigador



Elaborado por: Investigador

ANÁLISIS DE INTEPRETACIÓN

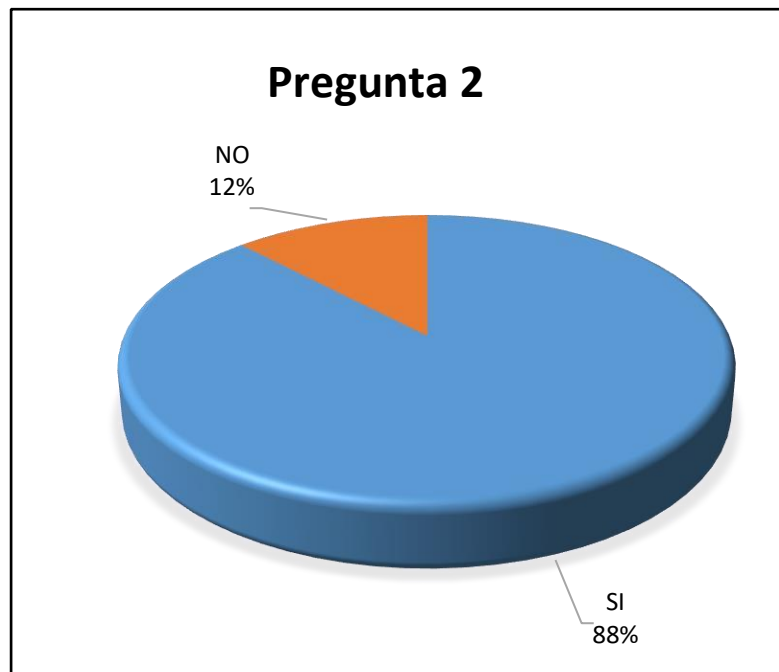
La aplicación móvil en un 86% si brinda un buen servicio dando resultados confiables para la toma de decisiones. El 14% no está conforme.

Pregunta 2

¿Cree usted que es necesario que la empresa tenga el control en el estado de fermentación de los granos de cacao?

Detalle	Personas	Porcentaje
SI	22	88%
NO	8	12%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Investigador



Elaborado por: Investigador

ANÁLISIS DE INTEPRETACIÓN

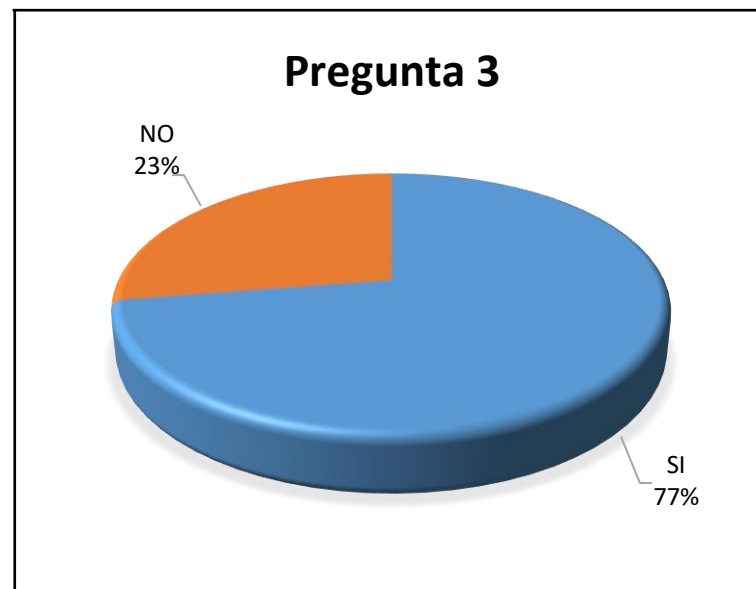
Un 88% cree que es necesario llevar el control del estado de fermentación de buena calidad para la compra o venta de los granos de cacao. El 12% no está de acuerdo que lleve un control.

Pregunta 3

¿Está usted de acuerdo que la aplicación móvil pueda predecir el estado de fermentación de los granos de cacao?

Detalle	Personas	Porcentaje
SI	23	77%
NO	7	23%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Investigador



Elaborado por: Investigador

ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN

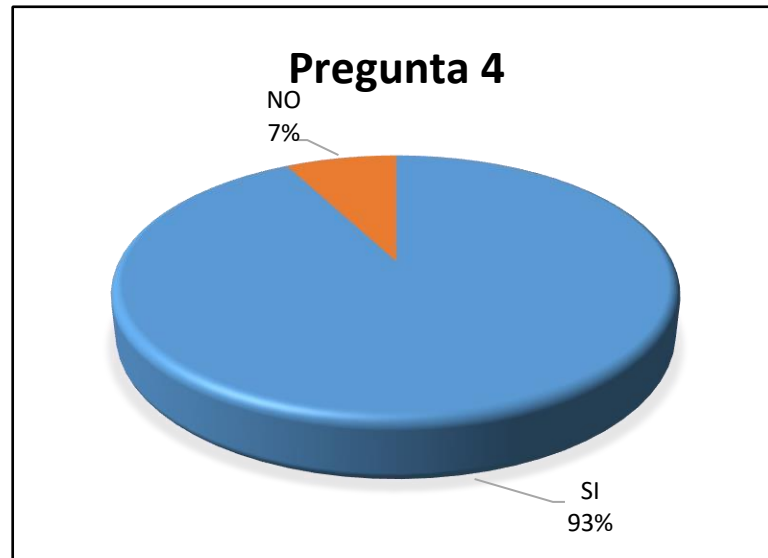
Un 77%, los agricultores estarán conformes con los resultados del aplicativo móvil sobre los estados de fermentación de los granos de cacao. El 23% no está de acuerdo.

Pregunta 4

¿Considera usted que los agricultores deben utilizar la aplicación móvil?

Detalle	Personas	Porcentaje
SI	28	93%
NO	2	7%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Investigador



Elaborado por: Investigador

ANÁLISIS DE INTEPRETACIÓN

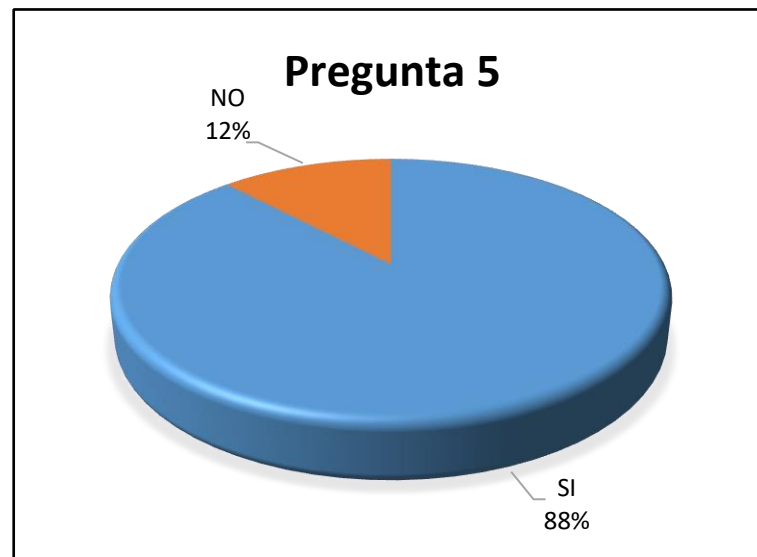
Un 93% de los agricultores considera que pueden utilizar la aplicación móvil para tener un respaldo en la toma de decisiones a la hora de ver en qué estado se encuentra el grano de cacao. El 7% no cree que debe utilizar la aplicación móvil.

Pregunta 5

¿Cree usted que el aplicativo móvil mostrara los resultados esperados?

Detalle	Personas	Porcentaje
SI	22	88%
NO	8	12%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Investigador



Elaborado por: Investigador

ANÁLISIS DE INTEPRETACIÓN

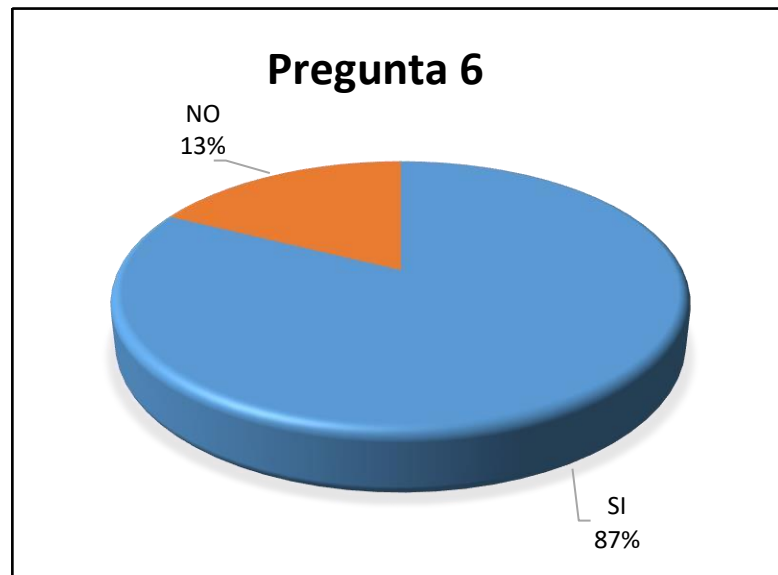
Un 88% cree que la aplicación dará los resultados esperados con clasificación de las 4 clases de estado de fermentación de los granos de cacao. El 12 % no está de acuerdo.

Pregunta 6

¿Utiliza usted con frecuencia el teléfono?

Detalle	Personas	Porcentaje
SI	26	87%
NO	4	13%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Investigador



Elaborado por: Investigador

ANÁLISIS DE INTEPRETACIÓN

El 87% utilizan dispositivo móvil para poder utilizar la aplicación móvil de determinar el estado de fermentación de los granos de cacao. El 13% no utiliza teléfono móvil.

Anexo 4. Observación

Figura 29: Encuesta



Figura 30: Proceso de fermentación



Figura 31: Proceso de selección



Figura 32: Proceso de Clasificación



Observaciones:

En la Figura 29: Se encuestó a las personas que trabajan en la empresa para obtener información sobre las preguntas establecidas.

En Figura 30: Se realizó observación sobre el proceso de fermentación en la empresa con el fin de verificar el cambio físico de los granos de cacao.

En la Figura 31: Se seleccionó los granos de cacao para recoger muestras.

En Figura 32: Se clasificó los granos de cacao ya fermentados para verificar su estado físico.

Anexo 5. Reporte Anti-plagió.



Document Information

Analyzed document	WORD-CALERO REYMOND.docx (D133201668)
Submitted	2022-04-09T15:46:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	johnny.bajana@utc.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	jaime.cajas.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / PDF - BUSTAMANTE MARIA - GARCIA MARIA.pdf Document PDF - BUSTAMANTE MARIA - GARCIA MARIA.pdf (D97756071) Submitted by: jaime.cajas@utc.edu.ec Receiver: jaime.cajas.utc@analysis.orkund.com	 12
W	URL: https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/52089/TG%20-%20AMSJ%2015%20DIC%20de%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-05-06T11:05:11.5270000	 1
W	URL: https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/461 Fetched: 2021-08-09T19:48:30.6300000	 1