



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS
COMPUTACIONALES

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

**“APLICACIÓN MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE ALTURA EN
PLANTAS DE MAÍZ UTILIZANDO DEEP LEARNING”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en
Informática y Sistemas Computacionales

Autores:

Caiza Caiza Kevin Stalin

De La Cruz Lema Norma Alexandra

Tutor:

Ing. Mg. Cantuña Flores Karla Susana

LATACUNGA- ECUADOR

SEPTIEMBRE 2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Caiza Caiza Kevin Stalin y De La Cruz Lema Norma Alexandra declaro ser autor (a) del presente proyecto de investigación: **“APLICACIÓN MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE ALTURA EN PLANTAS DE MAÍZ UTILIZANDO DEEP LEARNING”**, siendo la Ing. Mg. Karla Susana Cantuña Flores tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

.....
Caiza Kevin Stalin
C.I.172460020-8

.....
De La Cruz Lema Norma Alexandra
C.I.0503976334



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título: **“APLICACIÓN MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE ALTURA EN PLANTAS DE MAÍZ UTILIZANDO DEEP LEARNING”**, de Caiza Caiza Kevin Stalin , De La Cruz Lema Norma Alexandra de la carrera de Ingeniería en Informática Y sistemas Computacionales, 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 Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, de Septiembre 2020

El Tutor
Firma

Ing. Mg Karla Susana Cantuña Flores



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 CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes Caiza Caiza Kevin Stalin, De La Cruz Lema Norma Alexandra con el título de Proyecto de titulación: **“APLICACIÓN MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE ALTURA EN PLANTAS DE MAÍZ UTILIZANDO DEEP LEARNING”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, Septiembre 2020

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Cadena Moreno José Augusto
CC: 050155279-8

Lector 2

Ing. Mg. Rodríguez Bárcenas Gustavo
CC:175700135-7

Lector 3

Ing. Mg. Quinatoa Arequipa Edwin Edison
CC: 050256337-2

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme sabiduría, salud y haber guiado mi camino.

Mi gratitud muy especial a mis padres y hermanos por brindarme el apoyo para poder continuar con mis estudios universitarios, por haberme guiado con sus consejos y palabras de aliento para seguir adelante.

Kevin Stalin Caiza

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación lo dedicó a Dios, y a mis padres por que han estado conmigo en todo momento de mi vida apoyándome moralmente permitiéndome superarme día a día.

Como olvidar a nuestros compañeros de aula, con quienes formamos una familia con los cuales vivimos momentos inolvidables compartiendo momentos buenos y malos durante esta etapa de nuestra vida universitaria.

En especial se lo dedico a mi gran amiga Norma De La Cruz por brindarme su amistad y su apoyo incondicional en cada momento.

Kevin Stalin Caiza

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a ti Dios por bendecirme guiarme cada paso, brindarme sabiduría e inteligencia para lograr mis sueños.

A mi Institución “Universidad Técnica de Cotopaxi” por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional y a la vez a mis queridos maestros por brindarme sus conocimientos.

Mi Gratitud especial a mis padres y hermanos por apoyarme incondicionalmente moralmente y educarme para ser una buena profesional.

De manera muy especial a mi tutora de Tesis quien fue un pilar fundamental en el desarrollo de la investigación.

Norma Alexandra De La Cruz Lema

DEDICATORIA

Esta investigación dedico a ti Dios por darme la sabiduría y guiarme cada paso darme la fuerza suficiente para no rendirme.

A mi hija Romina Tarco mi motivación más grande en mi vida para lograr mi objetivo y ser una profesional.

A mis padres Cirilo De La Cruz y Rosa Lema quienes me apoyaron moralmente y me brindaron su amor, consejos y educarme con buenos valores y principios para ser una buena profesional.

Norma Alexandra De La Cruz Lema

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
4.1 Formulación Del Problema	3
5. OBJETIVOS	3
5.1 Objetivos General	3
5.2 Objetivos Específicos	3
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TEÓRICA	6
7.1 Maíz	6
7.1.1 Factores Climáticos	6
7.2 Estado De Crecimiento Del Maíz	7
7.2.1 Efectos Físicos	7
7.2.2 Efectos Químicos	7
7.2.3 Manejo Durante El Establecimiento Según Las Instrucciones	7
7.2.4 Manejo Durante La Etapa Vegetativa	8
7.2.5 Manejo durante la etapa reproductiva	8
7.2.6 Características distintivas de las plantas de maíz durante el proceso vegetativo y floración	9
7.3 Maíz Sapon	9
7.3.1 Estados de Crecimiento Maíz Sapon	9
7.4 Deep Learning	12
7.4.1 Aprendizaje Profundo	12
7.5 Redes Neuronales	12
7.5.1 Ventajas de las Redes Neuronales	13
7.6 Tipos De Redes Neuronales	13
7.6.1 Las Redes Convolucionales:	13
7.6.2 Red neuronal Multicapa:	14
7.6.3 Una red neuronal recurrente:	15
7.6.4 Redes neuronales de base radial:	15
7.7 Arquitectura De Una Red Neuronal	16
7.8 Red Neuronal Convolutacional	17

7.9 Faster_RCNN_Resnet101_coco	17
7.9.1 Faster_RCNN_Resnet101	17
7.9.2 Coco (Common Objects in Context)	18
7.10 Transferencia De Aprendizaje	18
7.11 La Imagen Digital	18
7.12Medición De Alturas En Imágenes Digitales	19
7.12.1 La Proporción Geométrica Y Medición De Altura	19
7.12.2 Procesamiento De La Imagen	20
7.13 Aplicaciones Móviles	21
7.13.1Tipos De Aplicaciones Móviles	21
7.13.1.1 App Nativas	21
7.13.1.2 App Web	21
7.14. Metodología Crisp	22
7.15 Metodología Mobile D	23
7.16 Tipos De Aprendizaje	25
7.17 Aspecto Técnicos	28
7.17.1 Django Python	28
7.17.2 Api	28
7.17.3 TIPOS DE APIS	29
7.17.4 Xamarin	29
7.17.5 Python	29
7.17.6 Labelimg	30
7.17.7 Tensorflow	30
8. HIPÓTESIS	30
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	30
9.1 Tipos de Investigación	30
9.1.1 Investigación Bibliográfica	30
9.1.2 Investigación de campo	31
9.1.3 Investigación Experimental	31
9.2 Técnicas e instrumentos de investigación	31
9.2.1 Fichas Bibliográficas	31
9.2.2 La Fotografía	31
9.3 Metodología Crisp	31
9.4 Metodología Mobile-D	31
10. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)	32

10.1 Desarrollo de la Metodología CRISP-DM	32
10.1.1 Fase A: Comprensión del negocio	32
10.1.2 Fase B: Comprensión de datos	33
10.1.3 Fase C: Preparación de datos	34
10.1.4. Fase D: Modelado	36
10.1.5 Fase E: Evaluación	38
10.1.6 Fase F: Distribución	41
11. Desarrollo De La Metodología Mobile-D	41
11.1 Exploración	41
11.2 Inicialización	41
11.3 Productización	43
11.4 Estabilización	51
11.5 Fase de Pruebas	51
11.5.1 Pruebas Unitarias	51
11.5.2 Pruebas de Sistemas	52
12. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
13. IMPACTOS TÉCNICOS y SOCIALES:	57
13.1 IMPACTO SOCIAL	57
13.2 IMPACTO TÉCNICO.	57
14. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO.	58
14.1 GASTOS DIRECTOS	58
14.2 GASTOS INDIRECTOS	59
14.3 GASTOS GENERALES	59
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
15.1 CONCLUSIONES	60
15.2 RECOMENDACIONES	60
16. BIBLIOGRAFÍAS	61
17. ANEXOS	65
17.1 Anexo 1: Hoja de Vida del Autor 1	65
17.2 Anexo 2: Hoja de Vida del Autor 2	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tarea de los objetivos.....	4
Tabla 2 Características de etapa vegetativa y reproductiva del maíz	10
Tabla 3. Crecimiento De La Planta De Maíz Sapon Fuente:	11
Tabla 4: Plan de Proyecto Fuente Equipo de Investigación	33
Tabla 5: Iteraciones de cada K-fold	40
Tabla 6: Historia de usuario de detección de Plantas de Maíz.....	42
Tabla 7: Historia de usuario de Medición de Alturas de Plantas de Maíz	42
Tabla 8: Historia de usuario Eliminar imagen	42
Tabla 9: CU001-Detectar la planta de Maíz.....	44
Tabla 10:CU002-Medir la planta de Maíz	45
Tabla 11. CU003 Eliminar Imagen	46
Tabla 12: Caso de Prueba 1.	53
Tabla 13: Caso de prueba 2 Capturar una imagen.	54
Tabla 14: Caso de prueba 3	55
Tabla 15: Caso de Prueba 3.	56
Tabla 16:Gastos Directo.....	58
Tabla 17.Gastos Indirectos	59
Tabla 18 Gastos Generales	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ilustración de ciclo de vida de la planta de maíz .	10
Figura 2: Estado de Vegetativa y reproductiva	10
Figura 3: Esquema de un Diagrama Convolutacional	14
Figura 4: Perceptrón multicapa.	15
Figura 5: Modelo de Red Neuronal Recurrente.	15
Figura 6: Arquitectura de base radial	16
Figura 7: Diagrama de Unidireccional	16
Figura 8: Capa convolutacional	17
Figura 9: Transferencia de aprendizaje	18
Figura 10 : Teorema de Thales	20
Figura 11: Determinación de alturas en una imagen con la ayuda de puntos y líneas de fuga.	20
Figura 13: Tipos de Aprendizaje.	25
Figura 14: Aprendizaje supervisado.	26
Figura 15: Aprendizaje no supervisado.	27
Figura 16: Aprendizaje semisupervisado.	27
Figura 17: Datos Etiquetados y no etiquetados.	28
Figura 18: Plan de Proyecto.	33
Figura 19: Imagen Etiquetada..	35
Figura 20: Imagen Etiquetada.	35
Figura 21: Código de coordenadas de la imagen..	36
Figura 22: Transformación a pixeles..	37
Figura 23: Error Cuadrático Medio.	40
Figura 24: Diagrama de cas de uso general	43
Figura 25: Detección de Maíz.	47
Figura 26: Medición de Planta de Maíz.	47
Figura 27: Eliminar Imagen.	48
Figura 28: Diagrama de clases del aplicativo – Servidor.	48

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “APLICACIÓN MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE ALTURA EN PLANTAS DE MAÍZ UTILIZANDO DEEP LEARNING.”

Autores: Caiza Caiza Kevin Stalin

De La Cruz Lema Norma Alexandra

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad emplear algoritmos de Deep Learning para la detección de objetos en imágenes. En este caso se detectó de manera automática dos clases: maíz y no es maíz. Una vez detectada una de las dos clases en la imagen, el siguiente paso conlleva el cálculo aproximado de la talla de la planta mediante algoritmos de medición de altura en imágenes 2D, para la detección se aplicó redes neuronales convolucionales donde se utilizó 500 imágenes digitales de plantas de maíz de variedad sapón con diferentes estados de crecimientos e iluminación, este conjunto de imágenes fue dividido en dos subconjuntos el 80% para el training y el 20% para el testing. En el caso del algoritmo de medición se empleó 100 imágenes como verdad terreno para el cálculo de las alturas de las plantas de maíz. Las metodologías utilizadas para el desarrollo tanto del modelo de detección y medición fue la Metodología Crisp, mientras que para el desarrollo del aplicativo móvil se empleó la metodología Mobile-D. El modelo de detección fue evaluado con la técnica de validación cruzada donde se obtuvo un 98.75% de precisión, para el modelo de medición se calculó el error cuadrático medio obteniendo un margen de error de +-1.97. La investigación permitió contribuir con una herramienta tecnológica de detección y medición de alturas en plantas de maíz variedad sapón para el control del crecimiento de las plantas, esta herramienta podrá emplearse con fines académicos por los estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, así como también por los productores de cultivos de maíz en la provincia de Cotopaxi.

Palabras clave: Deep Learning, detección, algoritmo, herramienta tecnológica, entrenamiento.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

TITLE: "MOBILE APP FOR HEIGHT DETECTION AND MEASUREMENT IN CORN PLANTS USING DEEP LEARNING."

Authors: Caiza Caiza Kevin Stalin

De La Cruz Lema Norma Alexandra

Abstract

The purpose of this research project is to use Deep Learning algorithms for the detection of objects in images. In this case two classes were automatically detected: maize and not maize. Once one of the two classes in the image is detected, the next step involves the approximate calculation of plant size using height measurement algorithms in 2D images, for detection convolutional neural networks was applied where 500 digital images of corn plants of toad variety with different states of growth and lighting were used, this set of images was divided into two subsets 80% for training and 20% for the test. In the case of the measurement algorithm, 100 images were used as a true ground for the calculation of the heights of maize plants. The methodologies used for the development of both the detection and measurement model was the Crisp Methodology, while for the development of the mobile application the Mobile-D methodology was used. The detection model was evaluated using the cross-validation technique where 98.75% accuracy was obtained, for the measurement model the mean quadratic error was calculated obtaining an error margin of ± 1.97 . The research allowed to contribute with a technological tool of detection and measurement of heights in sapon variety maize plants for the control of plant growth, this tool can be used for academic purposes by students of the Agronomy Career of the Technical University of Cotopaxi, as well as by corn crop producers in Cotopaxi province.

Keywords: Deep Learning, detection, algorithm, technology tool, training.



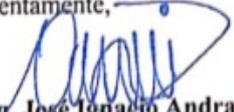
AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés de la Facultad de Ciencias Humanas y Educación de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor y la señorita Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, CAIZA CAIZA KEVIN STALIN Y DE LA CRUZ LEMA NORMA ALEXANDRA**, cuyo título versa “**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE ALTURA EN PLANTAS DE MAÍZ**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre 2020,

Atentamente,


Mg. José Ignacio Andrade M.
DOCENTE UTC
C.C. 0503101040



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Aplicación móvil para la detección y medición de altura en plantas de maíz utilizando Deep Learning.

Fecha de inicio: 25 de mayo de 2020

Fecha de finalización: 30 de septiembre de 2020

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales

Proyecto de investigación vinculado:

Análisis de imágenes de plantas de maíz sobre dispositivos móviles.

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación: Ing. Mg. Karla Susana Cantuña Flores

E-mail: karla.cantuna@utc.edu.ec

Estudiantes: Kevin Stalin Caiza

Norma Alexandra De La Cruz Lema

Área de Conocimiento: Ciencias Informáticas

Línea de investigación: Tecnologías de la Información y Comunicación.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Robótica e Inteligencia Artificial e Inteligencia de Negocio

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las aplicaciones móviles constituyen herramientas tecnológicas elementales, en el campo de la agricultura están destinadas a mejorar el manejo de los cultivos. Los agricultores se han visto beneficiados al usarlas, muchas de ellas permiten mejorar la productividad de su cultivo.

Mediante esta investigación se propone efectuar un estudio enfocado en la detección y medición de objetos en imágenes con el fin de reconocer si es maíz y determinar su altura aplicando algoritmos de Deep Learning, la información que genere la aplicación se utilizará de forma intensiva para tomar decisiones oportunas en el cultivo.

Los cambios climáticos en el mundo han generado serios estragos en los cultivos, uno de ellos la baja productividad. Se pretende que la aplicación móvil beneficie a los productores de cultivos de maíz en la provincia de Cotopaxi, estudiantes y docentes de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos

Estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Beneficiarios indirectos

Agricultores que se dediquen al cultivo de maíz en la ciudad de Latacunga

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cultivo de maíz en el Ecuador es el más extendido, pues se siembra desde pequeñas áreas para sustento alimentario familiar y en grandes extensiones.

Actualmente es común encontrar cultivos de maíz Sapon con crecimiento no uniforme de las plantas, aunque las plantas pueden tener un código genético para alcanzar una determinada altura existen condiciones ambientales adversas como bajas temperaturas y la deficiencia de nutrientes que afectan el correcto crecimiento de la planta. Este estudio pretende identificar el maíz de variedad Sapon y su evolución para que los productores y estudiantes relacionados con el área de la agricultura tomen decisiones oportunas durante el control y el mantenimiento.

4.1 Formulación Del Problema

¿Qué técnica de Deep Learning permite la detección y medición de alturas en plantas de maíz de variedad Sapon?

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivos General

Desarrollar una aplicación móvil para la detección y medición de la altura en plantas de maíz de variedad Sapon utilizando Deep Learning.

5.2 Objetivos Específicos

- Revisar la literatura científica relacionada con aplicaciones móviles, redes neuronales y medición de objetos en imágenes 2D mediante fuentes bibliográficas primarias y secundarias que sirvan de base del marco teórico de la investigación.
- Aplicar algoritmos de Deep Learning para la detección de plantas de maíz en imágenes digitales usando las más conocida en el área.
- Identificar algoritmos de medición de alturas en objetos de imágenes digitales para establecer la talla de las plantas de Maíz de la variedad Sapon.
- Implementar una aplicación móvil para el reconocimiento y medición de altura de plantas de maíz de variedad Sapon.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Tarea de los objetivos

Objetivo	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad(técnicas e instrumentos)
<p>1- Revisar la literatura científica relacionada con aplicaciones móviles, redes neuronales y medición de objetos en imágenes 2D mediante fuentes bibliográficas primarias y secundarias que sirvan de base del marco teórico de la investigación.</p>	<p>Analizar los contenidos relacionados con aplicaciones móviles, redes neuronales y medición de objetos en imágenes.</p> <p>Resumir los contenidos relacionados con aplicaciones móviles, redes neuronales y medición de objetos en imágenes.</p> <p>Categorizar los contenidos relacionados con aplicaciones móviles, redes neuronales y medición de objetos en imágenes.</p>	<p>Marco Teórico</p>	<p>Búsqueda de artículos científicos.</p> <p>Búsqueda en libros y proyectos similares</p> <p>Redacción de Marco Teórico</p>
<p>2-Aplicar algoritmos de Deep Learning para la detección de plantas de maíz en imágenes digitales usando las más conocida en el área.</p>	<p>Identificar algoritmos de Deep Learning para la detección de plantas de maíz en imágenes digitales.</p> <p>Revisar algoritmos de Deep Learning para la detección de plantas de maíz en imágenes digitales.</p> <p>Seleccionar algoritmos de Deep Learning para la detección de plantas de maíz en imágenes digitales.</p> <p>Crear la data set de imágenes para la aplicación de algoritmos de detección de plantas de Maíz.</p> <p>Aplicar algoritmos de Deep Learning para la detección de</p>	<p>Experimentos con algoritmos de Deep Learning.</p>	<p>Búsqueda de algoritmos de Deep Learning para transferencia de conocimiento.</p> <p>Experimentos con Deep Learning (redes neuronales).</p>

	plantas de maíz en imágenes digitales.		
3-Identificar algoritmos de medición de alturas en objetos de imágenes digitales para establecer la talla de las plantas de maíz de variedad Sapon.	<p>Identificar algoritmos de medición de alturas en objetos de imágenes digitales.</p> <p>Revisar algoritmos de medición de alturas en objetos de imágenes digitales.</p> <p>Seleccionar algoritmos de medición de alturas en objetos de imágenes digitales.</p> <p>Crear la data set de imágenes para la aplicación de algoritmos de medición de alturas de imágenes.</p> <p>Aplicar algoritmos de medición de alturas en objetos de imágenes digitales.</p>	Aplicativo móvil	<p>Levantamiento de requisitos.</p> <p>Selección de lenguajes de programación.</p> <p>Desarrollo de la aplicación móvil.</p> <p>Pruebas del aplicativo móvil.</p>
4-Implementar una aplicación móvil para el reconocimiento y medición de altura de plantas de maíz de variedad Sapon.	<p>Explorar el alcance de la aplicación.</p> <p>Inicializar los requerimientos y funcionalidades.</p> <p>Producir desarrollo del aplicativo móvil.</p> <p>Estabilizar la transferencia de datos entre el servidor y la aplicación móvil.</p> <p>Probar las funcionalidades del aplicativo móvil.</p>	Aplicativo móvil	<p>Levantamiento de requisitos.</p> <p>Selección de lenguajes de programación.</p> <p>Desarrollo de la aplicación móvil</p> <p>Pruebas del aplicativo móvil.</p>
Fuente: Grupo de Investigadores			

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TEÓRICA

7.1 Maíz

El maíz a escala mundial el maíz es producto consumido como alimento humano y animal. En la industria el uso que se le da el maíz es en la producción de biocombustibles lo que ha provocado una inferior producción del maíz como alimento humano y de animales poniendo en serio peligro la seguridad alimentaria de este producto [1]. El maíz es un producto más consumido por la población ya que puede realizar varios usos como para alimento de los animales, para el consumo diario para la población humana se presenta en varias presentaciones en grano en polvo entre otras, para esto el productor debe realizar una buena producción.

7.1.1 Factores Climáticos

Según [1] Es de gran importancia saber las óptimas condiciones que debe tener un producto de sector agrícola para que alcance un rendimiento adecuado con la ayuda de los factores climáticos. El maíz tiene la posibilidad de asimilar cualquier tipo de clima y suelo, por tal motivo el maíz muestra distintas variedades del cultivo.

Factores sociales: Además dentro del Precio Interno Bruto este producto agrícola tienen un factor importante dentro de los estándares del MAGAP ya que es primordial tener en la dieta y consumo. Según la FAO, mediante la política comercial se puede generar incentivos a la producción local con subsidios a la producción o a los insumos productivos que permitan hacer más competitivo al agricultor en el mercado externo. De todos los cereales el maíz es el más importante ya que existe diversas maneras de utilización del producto tanto para el consumo humano y para emplear en la industria así como también en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas y otros productos utilizados como materia prima, entre otras, en la industria minera, textil, farmacéutica y alimentaria [1].

A pesar que el maíz es uno de los productos más cultivados en el mundo y es más estudiado en la actualidad por razón académica, proyectos investigativos entre otros para que existe una mejor producción al pasar el transcurso de tiempo. Uno de los factores más importantes son el factor climático para la producción del maíz ya que

tiene la capacidad de acoplarse en distintos tipos de climas y suelo, por esta razón presenta distintas variedades del cultivo.

Manifiesta [2] El maíz tiene una gran variedad de producción a escala mundial debido a los sus múltiples usos como alimento humano y animal.

Maíz un cereal consumido en la población mundial ya por los diversos usos múltiples de producción los pueblos antiguos han enseñado que es un alimento diario, pero existe una infinidad de clases de maíz que alrededor del ecuador hay en Azuay pero existe en varias provincial el maíz amarillo que por general es más cultivado.

7.2 Estado De Crecimiento Del Maíz

7.2.1 Efectos Físicos

Se ha evidenciado que los factores que influyen directamente las propiedades físicas de los suelos es la utilización de abonos, debido a los nutrientes de brindan la materia orgánica a las raíces [3]. El terreno que sea elegido para ser cultivado deber ser abonado con materia orgánica con eses de animales, agua de riego, etc. Todo lo que se pueda contribuir para que el suelo tenga minerales y se pueda realizar un sembrío.

7.2.2 Efectos Químicos

Los efectos químicos que ayudan al crecimiento de las plantas mejoran la fertilidad del maíz [3].Igualmente siempre es necesario abonos ya elaborados como el sulfato, etc. para que exista una buena fertilidad en los productos.

7.2.3 Manejo Durante El Establecimiento Según Las Instrucciones

1. Preparación del suelo buen manejo agronómico
2. Aplicación basal de fertilizante N-P-K
3. Tratamientos de semilla
4. Selección de la semilla maíz.
5. Proporción hembra: macho de las plantas establecidas
6. Sincronizar la siembra de hembras y machos
7. Precisión de la siembra

8. Aplicación pre-emergencia de herbicida o Informe de la en la etapa de 6 hojas, empezar deshierbe manual inspección vegetativa a eliminar las plantas atípicas
9. Riego de establecimiento.

Es importante ver que al momento que la planta del maíz ya tenga 6 hojas empezar a deshierbe manualmente y establecer riego a las plantas de maíz.

7.2.4 Manejo Durante La Etapa Vegetativa

En la etapa de crecimiento de 12 hojas de la Planta de Maíz realizar los siguientes pasos.

1. Aplicación de abono y fertilizantes.
2. Deshierbar y aplicar fertilizantes a la planta.
3. Control de barrenador del tallo.
4. Búsqueda y control de plagas y enfermedades [4].

Es importante ver cómo va el crecimiento durante las 12 hojas de crecimiento de la planta de Maíz para mantener un control adecuado de la deshierba de plantas de maíz aplicar la post-emergencia de herbicida.

7.2.5 Manejo durante la etapa reproductiva

En esta etapa se debe considerar aspectos necesarios tales como:

1. Riego
2. Abonado en cobertera de fertilizante nitrogenado. Poco después de completada la aplicación post-emergencia de herbicida o polinización.
3. Deshierbar las malas hiervas que se encuentren alrededor del maíz.
4. Controlar las plagas.
5. Control de enfermedades foliares
6. Aspersión foliar de molibdeno [4].

Mantener en la etapa de reproducción la deshierba manualmente la eliminación de plantas desconocidas, el constante riego de agua, aplicación de herbicidas para que tenga un correcto control de las enfermedades en la planta.

7.2.6 Características distintivas de las plantas de maíz durante el proceso vegetativo y floración

Hoja: Órgano vegetativo que nace entre lámina foliar y el tallo. Forma de la lámina foliar (recta o curva). Ancho de la lámina foliar. Coloración antocianina de la vaina.

Tallo: Coloración antocianina de los entrenudos. Grado de zigzag. Coloración antocianina de las raíces aéreas.

Altura: medida de la altura de la planta.

Espiga: Largo del eje principal por encima de la rama lateral más alta. Momento de la anthesis (producción de polen). Coloración antocianina de las glumas sin incluir su base. Coloración antocianina de las anteras. Densidad de las espiguillas. Esquina que se forma entre el eje principal y lateral de las ramas. Posición de las ramas laterales. Número de ramas laterales primarias.

Mazorca: Momento de la emisión de estigmas. Coloración antocianina de los estigmas. Intensidad de la coloración antocianina de los estigmas [4].

Para realizar la producción del maíz tomar encuentra el lugar para poder tener un mejor resultado ya que el maíz produce en cualquier lugar, realizar la reparación del terreno como la semilla estos temas que se presentaron como el tallo, las hojas, la altura, la mazorca, la espiga son características fundamentales que se ven en el desarrollo de una planta de maíz cada uno de estos temas tiene su función principal.

7.3 Maíz Sapon

Con el cultivo de maíz de variedad sapon se dividen en blanco y amarillo. Este producto es destinado para el consumo humano un 86.94%. La producción del maíz sapon cubre el total de consumo nacional e industrial para la fabricación de alimentos balanceados para la producción pecuaria [5].

7.3.1 Estados de Crecimiento Maíz Sapon

Este tipo de variedad de maíz posee igual etapa de crecimiento pero su desarrollo puede ser afectado por las condiciones ambientales y de productos.

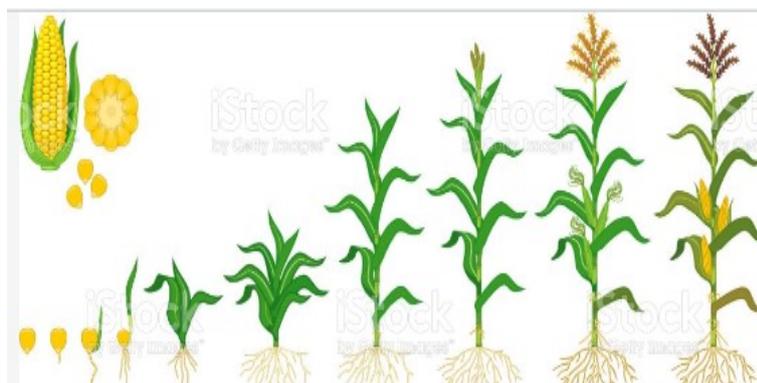


Figura 1: Ilustración de ciclo de vida de la planta de maíz [6].

Los químicos apropiados como fertilizantes y herbicidas permiten a los cultivadores a tener un control adecuado durante las fases de evolución de las plantas.

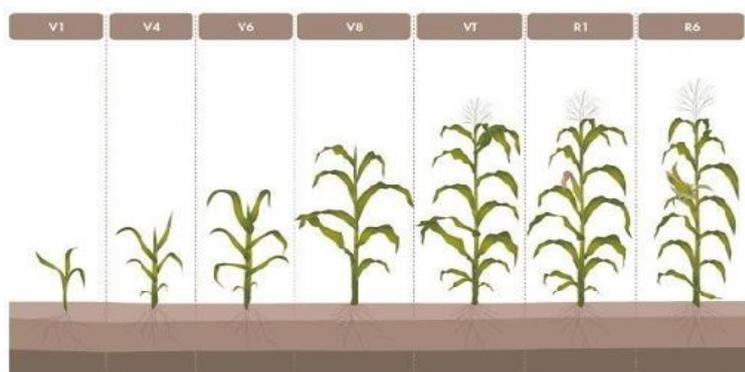


Figura 2: Estado de Vegetativa y reproductiva [7].

Todas las plantas de maíz tienen las mismas etapas generales de desarrollo; sin embargo, el tiempo entre las etapas y el número total de hojas en una planta pueden variar [8].

Vegetativa (V)

Reproductiva (R)

Tabla 2 Características de etapa vegetativa y reproductiva del maíz [8]

Etapa	DAS*	Características
VE	5	Aparee el coleoptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Se evidencia el cuello de la primera hoja.
V2	12	Se evidencia el cuello de la segunda hoja.
Vn		Se visualiza el número definitivo de hojas que va a poseer la planta.
VT	55	Se evidencia la última rama del maíz.
R0	57	Se comienza a desprender el polen.

R1	59	Los Estigmas se pueden visualizar.
R2	71	En el embrión se puede observar como los granos se llenan con un líquido blanco.
R3	80	Etapa lechosa.
R4	90	Etapa masosa.
R5	102	Etapa dentada.
R6	112	Etapa de Madurez fisiológica.
		El grano posee una humedad de 35%.

El tallo: es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar una altura de 4 metros posee características robustas y no posee ramificaciones además que tiene un parecido con la caña [8].

Tabla 3. Crecimiento De La Planta De Maíz Sapon Fuente: [9]

Día	Medida	Día	Medida
5	1 cm	16	38 cm
6	3.5 cm	17	43 cm
7	6 cm	18	46.5 cm
8	7.5 cm	19	48 cm
9	11.9 cm	20	50 cm
10	15 cm	21	56 cm
11	18.5 cm	22	60 cm
12	23.5 cm	23	63 cm
13	27 cm	24	65 cm
14	30.2 cm	25	68 cm
15	34.3	21	56 cm

El crecimiento de la planta de maíz es un proceso largo y laborioso, el cual a través de cuidados correspondientes y el paso del tiempo produce la mazorca el cual se benefician los seres humanos y animales, la planta posee propiedades como colores verdes rápido crecimiento y gran altura [9].

7.4 Deep Learning

Deep Learning es una idea que trata de imitar el cerebro a partir del uso de hardware y software, para crear una inteligencia artificial pura, mediante el aprendizaje computacional de los datos de entrada en varios niveles [10].

Es un conjunto de algoritmos que estudia para crear una inteligencia artificial pura que utiliza las arquitecturas computacionales.

7.4.1 Aprendizaje Profundo

El aprendizaje profundo son técnica y procesos que permiten que una maquina aprenda simulando a la aprendizaje que tienen el ser humano. Son procesos similares a nuestro cerebro para reconocer imágenes, palabras o sonidos. Son algoritmos que funcionan en base a «un proceso por capas». Deep Learning imita el funcionamiento del cerebro humano con el proceso que se realiza las neuronas [10].

El aprendizaje profundo son procesos para reconocer imágenes, sonidos y palabras.

7.5 Redes Neuronales

Las redes neuronales artificiales (RNA) consisten de unidades de procesamiento que intercambian datos o información. Se utilizan para reconocer patrones, incluyendo imágenes, manuscritos, secuencias de tiempo, tendencias financieras, etc. Una de sus características fundamentales es que tienen la virtud de aprender así como mejorar su funcionamiento. La modelación matemática mediante el uso de las RNA provee de métodos computacionales eficientes para el desarrollo de máquinas, sistemas de datos y otras aplicaciones desde una perspectiva multidisciplinaria cubriendo campos como inteligencia artificial, robótica, análisis de imágenes [11].

Las redes Neuronales Profundas son algoritmos de arquitecturas que usan los procesos para aprender mediante redes neuronales. El aprendizaje profundo moderno proporciona un marco muy poderoso para el aprendizaje supervisado. Estas nuevas formas de aprendizaje han logrado obtener grandes avances en el campo de Inteligencia Artificial ya que proporciona variedades de estructuras y procesos para el aprendizaje que permiten incrementar el número de capas y así proveyendo de mayor flexibilidad a los modelos para el reconocimiento de patrones [12].

Redes neuronales son unidades de procesamiento de datos e información de nuevas arquitecturas de algoritmos que actualmente está relacionado con la matemática y está relacionado con los métodos computacionales eficientes para el desarrollo de máquinas sistemas de datos y aplicaciones que se utiliza para la inteligencia artificial, robótica y análisis de imágenes.

7.5.1 Ventajas de las Redes Neuronales

Las redes neuronales muestran diversos aspectos similares al cerebro humano ya que pueden alcanzar a experimentar el proceso de abstraer características esenciales ya que las entradas muestran información [13].

Entre las ventajas que ofrecen las redes neuronales tenemos:

Auto organización: es el proceso de organizarse y representar la información que recepta las fases de aprendizaje [13].

Tolerancia a fallos: La destrucción parcial de una red conduce a una degradación de su estructura; sin embargo, algunas capacidades de la red se pueden retener, incluso sufriendo un gran daño [13].

Operación en tiempo real: Los cálculos neuronales pueden ser realizados en paralelo; para esto se diseñan y fabrican máquinas con hardware especial para obtener esta capacidad [13].

Ventajas de las redes neuronales ayuda a mejorar el tipo de tecnología que esté utilizando, auto- organiza, aplica a tolerancia a fallos sus operaciones a tiempo real.

7.6 Tipos De Redes Neuronales

Tipos de redes neuronales, que se aplican en reconocimientos de sonido, procesamiento de patrones para la clasificación en imágenes, proceso de gestión y establecer variables climáticas.

7.6.1 Las Redes Convolucionales:

Éstas se inspiraron en investigaciones realizadas en el cerebro humano, entendiendo a este último como un conjunto de capas de neuronas. Las arquitecturas neuronales

tomadas encuentra en la visión humana se centró en estudiar sus estructuras. En particular las neuronas están diseñadas para detectar diferentes características y patrones que permiten tener una comprensión holística del objeto percibido.

Conexiones locales: en una imagen los píxeles cercanos están más fuertemente correlacionados que los píxeles distantes.

Capas: existe una jerarquía obvia entre las diferentes capas o agrupaciones.

Invariancia espacial: se obtienen una salida modificada como resultado en los cambios realizados en las entradas [14].

Arquitectura

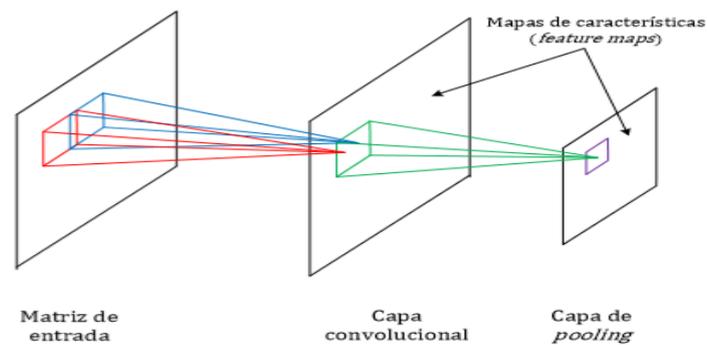


Figura 3: Esquema de un Diagrama Convolutivo Fuente [14]

7.6.2 Red neuronal Multicapa:

Un perceptrón multicapa está compuesto por una capa de entrada, una de salida y una o más capas ocultas aunque se ha demostrado que para la mayoría de problemas bastarán con una sola capa oculta [14].

Arquitectura

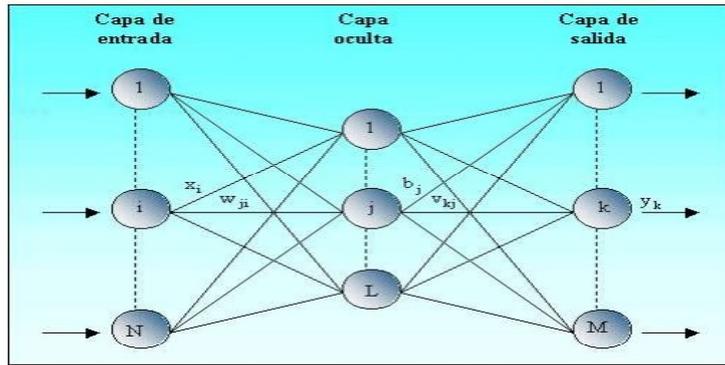


Figura 4: Perceptrón multicapa. Fuente [14]

7.6.3 Una red neuronal recurrente:

Para este tipo de red neuronal las conexiones forman un ciclo dirigido el cual exhibe un comportamiento dinámico con respecto a las redes FeedForward, las redes recurrentes pueden utilizar memoria interna para procesar secuencias arbitrarias de entradas. Permitiendo realizar actividades como reconocimiento del habla o de escritura. Este tipo de red es utilizada principalmente cuando el contexto es importante, es decir, cuando las decisiones o ejemplos de iteraciones pasadas pueden influenciar las actuales. A continuación un modelo más común de una red neuronal [15].

Arquitectura

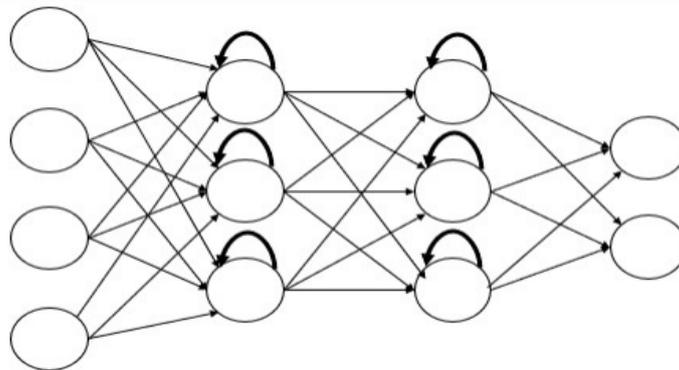


Figura 5: Modelo de Red Neuronal Recurrente. Fuente [15]

7.6.4 Redes neuronales de base radial:

Se encontró que las redes de neuronas de base radial son aquellas que se adecuan a un objetivo de mejor manera ya que son redes neuronales con varias capas de conexión, estas se caracterizan por estar estructuradas de una única capa oculta de la red que se activa en diferentes regiones de los patrones de entrada [16].

Arquitectura

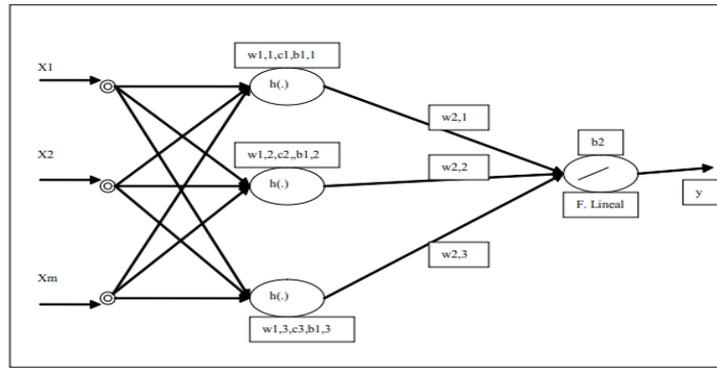


Figura 6: Arquitectura de base radial, Fuente [16].

Estos tipos de redes neuronales ayudan a especificar qué red neuronal se aplicara para poder realizar cualquier proyecto de investigación con inteligencia artificial como en reconocimientos de voz, sistemas de control y para el procesamiento y clasificación de imágenes.

7.7 Arquitectura De Una Red Neuronal

Arquitecturas neuronales: Así considerando su estructura podemos hablar de redes mono capa y redes multicapa [17].

En una red neuronal artificial los nodos se conectan por medio de sinapsis, estando el comportamiento de la red determinado por la estructura de conexiones. En general las neuronas se suelen agrupar en unidades estructurales que denominaremos capas. El conjunto de una o varias capas que constituyen la red neuronal [17].

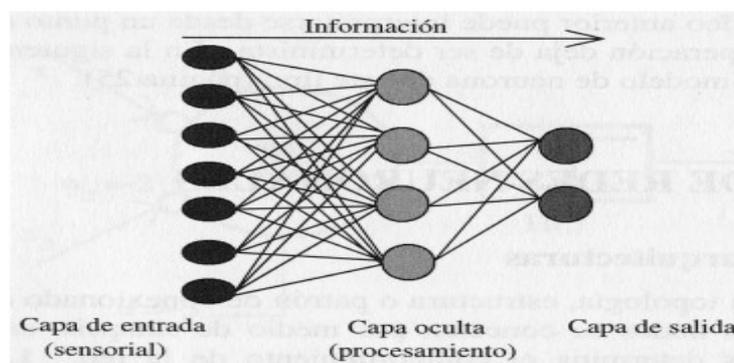


Figura 7: Diagrama de Unidireccional [17]

Cada circulo representa una neurona en donde las neuronas se organizan en neuronas de entradas y neuronas de salida la cual realizan las operaciones operación matemática para obtener el resultado todas las neuronas tienen una conexión con otra neurona de la siguiente capa como se puede evidenciar en el diagrama anterior [17].

7.8 Red Neuronal Convolutiva

Este tipo de redes están diseñadas para resolver problemas de visión artificial aplicándoles para la clasificación de textos e imágenes ya que sus capas de entrada están representadas en forma de matriz tridimensional obteniendo como resultado una categoría a la que pertenece la imagen [18].

Las redes de neuronas convolucionales (Convolutional Neural Networks). Aquí se mantiene todavía el concepto de capas pero cada neurona no recibe conexiones de neuronas entrantes de la capa anterior si no solo de algunas.

Arquitectura

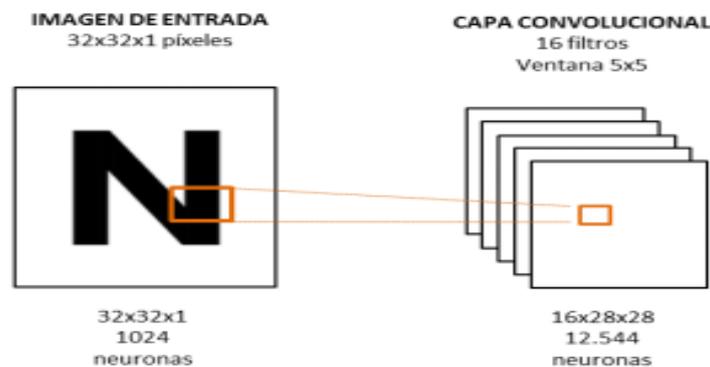


Figura 8: Capa convolutiva, Fuente [18]

La red convolutiva es una red neuronal inspirada en el funcionamiento de la corteza visual del cerebro ya que están diseñada para reconocer patrones y así ser utilizadas en la clasificación de texto e imágenes.

7.9 Faster_RCNN_Resnet101_coco

7.9.1 Faster_RCNN_Resnet101

Se trata de una red neuronal convolutiva con 101 capas de convoluciones que utiliza conexiones residuales para hacer frente a problemas de degradación por saturación o

del gradiente de fuga, donde las fluctuaciones se vuelven demasiado pequeñas para hacer útiles, de las redes neuronales profundas con muchas capas [19].

7.9.2 Coco (Common Objects in Context)

Es un gran conjunto de imágenes para la detección, segmentación y el subtítulo de objetos dichas imágenes tienen identificado 80 categorías diferentes [19].

7.10 Transferencia De Aprendizaje

Una de las estrategias que se puede seguir para aplicar Deep Learning es la transferencia de aprendizaje que consiste en tomar una red pre entrenada y usarla como punto de partida para aprender una nueva tarea. La ventaja de este enfoque es que la red preestablecida ya ha aprendido un amplio conjunto de características que podrían ser aplicados con fines similares [20].

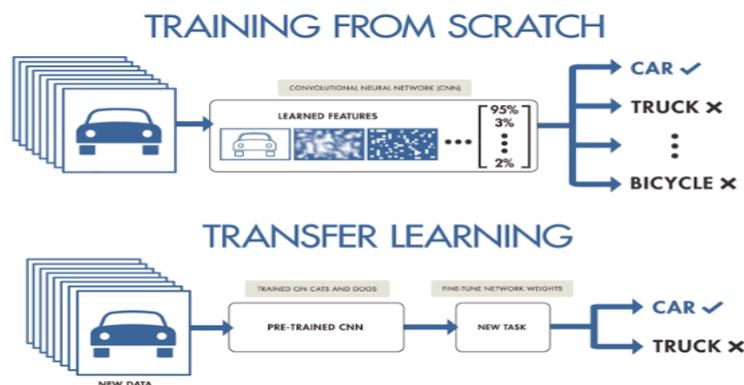


Figura 9: Transferencia de aprendizaje [21]

7.11 La Imagen Digital

Una imagen digital es el resultado de capturar un objeto mediante un dispositivo para su almacenamiento en forma de matriz denominados píxeles. La incidencia de radiación activa los distintos elementos, generando un valor de tensión eléctrica a la salida que se convierte a un valor numérico. Todos los valores son almacenados de manera organizada y en forma de matriz en el ordenador. Este almacenamiento se lleva a cabo a través de algún formato característico de imágenes (TIFF, BMP, JPEG) [22].

El Para reconocer un carácter u objeto es necesario tener una descripción similar del modelo:

El tamaño, localización u orientación del objeto, y deben ser apropiados para discriminar objetos entre sí.

Los descriptores se basan en la evaluación de alguna característica del objeto, por ejemplo:

a) Descriptores unidimensionales: códigos de cadena, perímetro, forma del perímetro.

b) Descriptores bidimensionales: área, momentos de inercia, etc.

c) Descriptores específicos: agujeros con misma área posición, número y rasgos diferenciadores de un objeto, etc. [22].

Al momento de presentar la información de los patrones de una óptima y original se puede presentar problemas en el reconocimiento de los mencionados patrones basados en los 19 patrones [22].

El proceso de extracción de patrones trata de minimizar ya cantidad de información es decir reducir las dimensiones que presenta la extracción de características para obtener un vector que represente de la mejor manera posible al patrón original [22].

Con la finalidad es de tener un mejor proceso de detección de caracteres en una imagen, se ha desarrollado un algoritmo con el que, la imagen es convertida en escala de grises, se van haciendo agrupaciones de píxeles que tienen en común presentar niveles de gris cercanos, y se van seleccionando las agrupaciones que por sus características son susceptibles de corresponder a un carácter [22].

7.12 Medición De Alturas En Imágenes Digitales

7.12.1 La Proporción Geométrica Y Medición De Altura

Para determinar la altura se recurre a la perspectiva, es decir para calcular por ejemplo la altura de un objeto o de un hombre se tienen en cuenta la altura de un distinto objeto seleccionado en la imagen, el tamaño del hombre u objeto se muestra en la altura del objeto tomado como referencia en la imagen utilizando las líneas de fuga de la parte superior e inferior de los dos objetos, todo esto con base en el Teorema de Thales que dice: Si dos rectas cualesquiera se cortan por varias rectas paralelas, los segmentos

determinados en una de las rectas son proporcionales a los segmentos correspondientes en la otra. Como se puede observar en la Figura 10 las rectas r y s son cortadas por las rectas t, u y v que son paralelas y se guarda la proporción indicada en la misma [23].

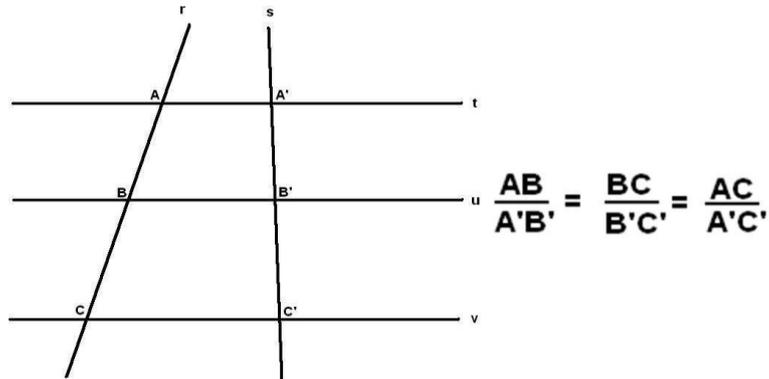


Figura 10 : Teorema de Tales, Fuente: [23]

En la figura 10 podemos observar cómo determinar las alturas de una imagen teniendo como base las líneas y puntos de fuga.

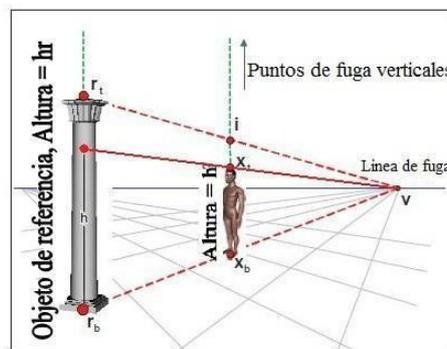


Figura 11: Determinación de alturas en una imagen con la ayuda de puntos y líneas de fuga. Fuente [23].

7.12.2 Procesamiento De La Imagen

Para la medición de alturas se puede aplicar procesamiento de imágenes digitales.

El primer paso para procesar una imagen es representarla en una matriz y a continuación detectar el objeto. Detectar el objeto significa que este es aislado de otras regiones en la imagen, para que así sea posible trabajar únicamente sobre la región correspondiente del objeto y medir su tamaño en píxeles [24].

7.13 Aplicaciones Móviles

Para [25] una APP es un instrumento para las creaciones de funciones en una plataforma específica como celulares, tablas, entre otros

Para el desarrollo de aplicaciones móviles se los puede realizar en diversas plataformas que tengan sus propias sintaxis y su propia compilación por lo tanto cada elemento desarrollado no tiene las mismas características por tal motivo se debe conocer su funcionamiento, sistema operativo o plataforma final en el que se ejecutará y la forma en que lo hará [25].

7.13.1 Tipos De Aplicaciones Móviles

7.13.1.1 App Nativas

Una aplicación nativa es desarrollar una aplicación determinada para un específico sistema operativo llamado Software Development Kit o SDK. Cada una de las diferentes plataformas, Android, iOS o Windows Phone, tienen un sistema diferente [25].

Las aplicaciones nativas permiten un funcionamiento fluido y estable para la plataforma que fue creada ya que son desarrolladas bajo un entorno y lenguaje específico.

7.13.1.2 App Web

Una aplicación web o webapp es programar con lenguajes muy conocidos por los programadores, como es el HTML, Javascript y CSS. La principal ventaja con respecto a la nativa es la posibilidad de desarrollar independiente del sistema operativo en el que se usará la aplicación. De esta forma se pueden ejecutar en diferentes dispositivos [25].

La principal característica de este tipo de aplicaciones es que brindan la posibilidad de acceder a la información desde cualquier dispositivo, además que para su creación no necesita de herramientas complejas ya que posee un lenguaje de programación muy sencillo.

7.13.1.3 Web App Nativa

Una aplicación híbrida es la combinación de la aplicación web y nativa ya que recolecta las mejores características de cada una de ellas. Las aplicaciones híbridas se programan con lenguajes propios de las web App, es decir, HTML, Javascript y CSS por lo que permite su uso en diferentes plataformas, pero también dan la posibilidad de acceder a gran parte de las características del hardware del dispositivo [25].

7.14. Metodología Crisp

CRISP-DM es un tipo de método para utilización y del desarrollo en el ámbito de minería de datos. Como metodología, incluye descripciones de las fases normales de un proyecto, las tareas necesarias en cada fase y una explicación de las relaciones entre las tareas, como modelo de proceso, CRISP-DM ofrece un resumen del ciclo vital de minería de datos [26].

Esta metodología ofrece a las organizaciones una estructura jerárquica de tareas o actividades que ayudan a obtener resultados óptimos y rápidos en la minería de datos, como así también nos permite un retroceso entre sus fases ya que su secuencia de fases no es rígida [26].

Esta metodología se divide en 6 fases en el cual se detalla a continuación:

Comprensión del negocio: Aquí especifican los objetivos y requerimientos desde una perspectiva no técnica, evaluando la situación, estableciendo los objetivos de la minería de datos y generando el plan del proyecto. La actividad que se pretende realizar en esta fase es la recopilación inicial de los, descripción de los datos, exploración de los datos, verificación de calidad de datos [27].

En esta fase se determinan las necesidades y los objetivos del negocio para definir los objetivos de la minería de datos una vez establecidos los objetivos se procede a desarrollar un plan que incluya actividades que ayuden a alcanzar los objetivos

Comprensión de los datos: Esta fase tiene como objetivo principal recolectar los datos para realizar un análisis exploratorio de los datos para su posterior verificación de calidad de los datos [27].

Preparación de los datos: Obtener la vista mínima del data set (conjunto) de datos, seleccionar los datos, realizar la limpieza de datos, construcción de datos, integración de datos, formateo de datos [27].

Modelado: En esta fase se realiza la aplicación de la técnica de minería de datos, como algunas técnicas necesitan formatos o tipos específicos de datos es posible que se necesite regresar a la fase anterior [27].

Evaluación: En esta fase se deberá haber completado la mayor parte de su proyecto de minería de datos. También habrá determinado, en la fase de modelado, que los modelos son técnicamente adecuados y efectivos en función de los criterios de éxito de minería de datos que ha definido previamente [27].

En esta etapa se determinan los resultados y se revisa el proceso para posteriormente ser evaluados y en caso de encontrar errores se regresa a la primera fase

Implantación: En esta fase se realiza la planificación del control y mantenimiento, para generar el informe final y se realiza la revisión del proyecto [27].

7.15 Metodología Mobile D

La metodología Mobile-D este tipo de metodología es basado en metodologías conocidas y aplicadas como: Extreme Programming (XP), Crystal Methodologies y Rational Unified Process. XP para las prácticas de desarrollo, Crystal para escalar los métodos y *RUP* como base en el diseño del ciclo de vida [28].

La metodología Mobile-D se divide en cinco fases siendo estas: exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas.



Figura 12: Metodología Mobile-D [28]

Las fases de la metodología Mobile-D son:

Exploración: Permite planificar y definir los conceptos básicos del proyecto, su

alcance y el establecimiento con las funcionalidades a donde se desea llegar, además de la planificación de las demás fases.

Inicialización: Identifica los recursos necesarios para desarrollar la aplicación.

Producción: Se repiten iterativamente (planificación-trabajo- liberación) hasta implementar todas las funcionalidades. Primero se planifica la iteración de trabajo en términos de requisitos y tareas a realizar. Se preparan las pruebas (Test-Driven-Development, TDD), antes de iniciar el desarrollo de una funcionalidad debe existir la prueba que verifique su funcionamiento.

Estabilización: Es la verificación para asegurar que la aplicación funcione adecuadamente. **Pruebas:** el objetivo de esta actividad es conseguir la disponibilidad y funcionalidad del sistema con una versión estable. El producto terminado e integrado se prueba con los requisitos del cliente y se eliminan todos los defectos encontrados [28].

Metodología Mobile-D está enfocadas al desarrollo de software móvil se divide en cinco fases para el inicio de cada fase se realiza un proceso adecuado para tener una buena calidad de software.

[29]Este enfoque esta optimizado para un equipo de menos de diez desarrolladores en el mismo espacio de trabajo con el objetivo de entregar una aplicación para dispositivos móviles completamente funcional en un corto periodo de tiempo se considera los siguientes elementos:

- Ajustes por fases y avances
- Líneas de arquitecturas
- Desarrollo guiado por pruebas móvil
- Integración Continua
- Métricas
- Mejora de procesos agiles de software

Es una metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles con un equipo de trabajo menos de diez desarrolladores esta metodología es se aplica métricas para tener un buen trabajo terminado.

Es una metodología fácil y rápida de utilizar para el desarrollo de software tiene un entorno dinámico a corto tiempo y cinco interacciones a cumplir para tener un producto eficaz para el usuario.

7.16 Tipos De Aprendizaje

Los datos que queremos aprender o analizar, los podemos tener etiquetados o no, es decir, podemos conocer a que clase pertenecen o desconocer ese dato.

Esto nos lleva a hablar de aprendizaje supervisado si están etiquetados. Cuando no lo están aprendizaje no supervisado y semisupervisado, cuando sólo hay unos cuantos etiquetados [30]

Datos que necesitamos analizar y etiquetar para saber a qué clases pertenecen los datos.

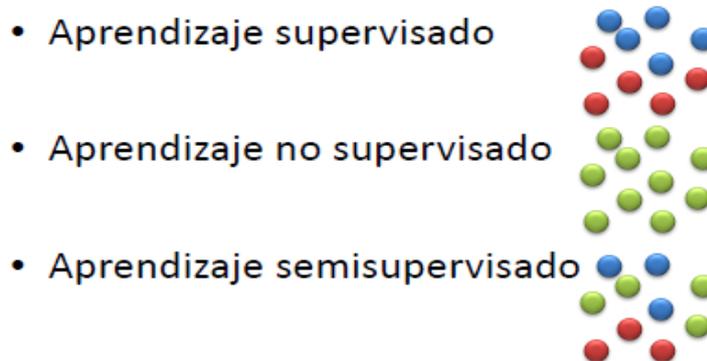


Figura 13: Tipos de Aprendizaje. Fuente [30]

Aprendizaje supervisado

Este tipo de aprendizaje se basa en conocer los patrones de entrada para obtener los resultados deseados permitiendo así que los patrones de salida puedan ser comparadas con las salida deseada. Y aquí hay ya muchas estrategias. Una de las más comunes es utilizar ese error producido para ajustar el aprendizaje. Este tipo de aprendizaje se suele utilizar tanto para clasificación como para regresión [30].

Aprendizaje supervisado ayuda a poder corregir ya los datos que me salen con errores volver a poder ajustar el aprendizaje.

Si el resultado es correcto, el sistema se pone en producción y si pasa lo contrario, el proceso de aprendizaje se reanuda. Se trata en resumen de programas que generan fórmulas para definir cada cosa que se les enseña [31]. Son formular que nos muestra en el proceso de aprendizaje un resumen del programa para su aprendizaje de datos.

El aprendizaje supervisado tiene enfoques que incluyen:

- Clasificación (1R, Naive Bayes, algoritmo de aprendizaje del árbol de decisiones, como ID3 CART, etc.)
- Predicción de valor numérico [32]

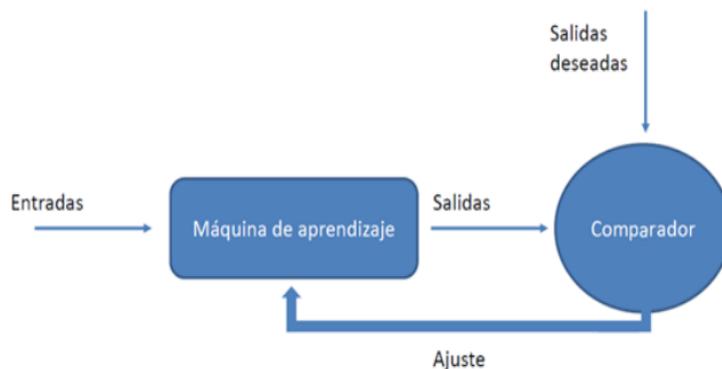


Figura 14: Aprendizaje supervisado. Fuente [30]

Aprendizaje no supervisado

Este tipo de aprendizaje tiene como finalidad el procedimiento de modelado formando así unos patrones de entradas sin tener información de las categorías_ejemplos. El sistema de aprender por sí solo sin ningún tipo de conocimiento que le permita testear el aprendizaje. Por lo tanto, el objetivo principal del aprendizaje no supervisado suele ser encontrar patrones que permitan separar y clasificar los datos de diferentes grupos en función de sus atributos, para poder etiquetar las nuevas entradas. Estas técnicas de acoplamiento se conocen con el nombre de clustering [30]. Este aprendizaje no supervisado trabaja sin tener información sobre las categorías s y conocimiento que le permite testear el aprendizaje por lo tanto ayuda a clasificar y separar los datos en diferentes grupos en funciones a sus atributos para poder etiquetar.

- Agrupación (K-medias, agrupación jerárquica)
- Asociación de aprendizaje de la regla

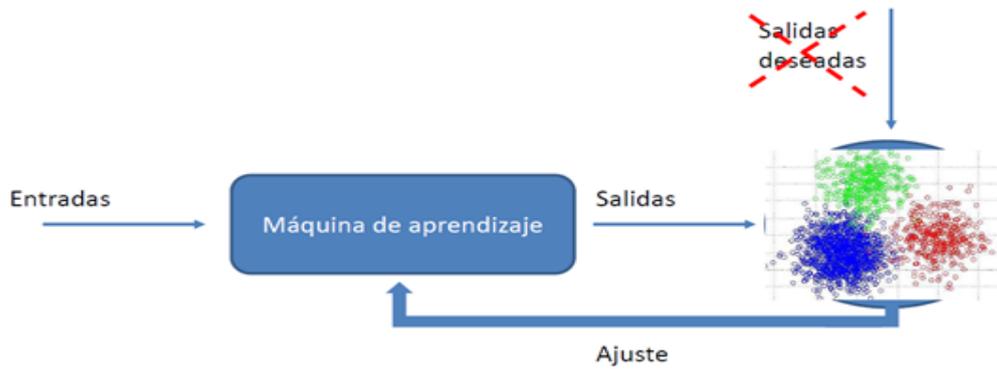


Figura 15: **Aprendizaje** no supervisado. Fuente [30]

Aprendizaje semisupervisado.

Caso mixto, es decir, tenemos muestras etiquetadas y otras que no lo están. En este caso, hay varias estrategias que podríamos seguir, por ejemplo, crear una máquina de aprendizaje supervisada que permita predecir las muestras que no lo están y luego volver a entrenar nuevamente de manera supervisada con todas las muestras [30].

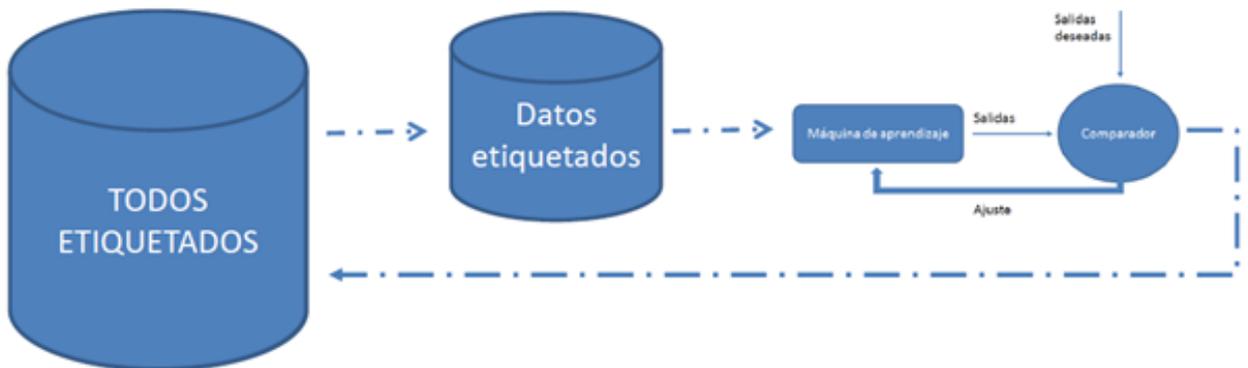


Figura 16: Aprendizaje semisupervisado. **Fuente** [30]

Otra estrategia sería utilizar los datos sin etiquetar para agrupar por categorías y luego aplicar un aprendizaje supervisado con las muestras etiquetadas de cada categoría, es decir, utilizar el aprendizaje no supervisado para mejorar el modelo supervisado.

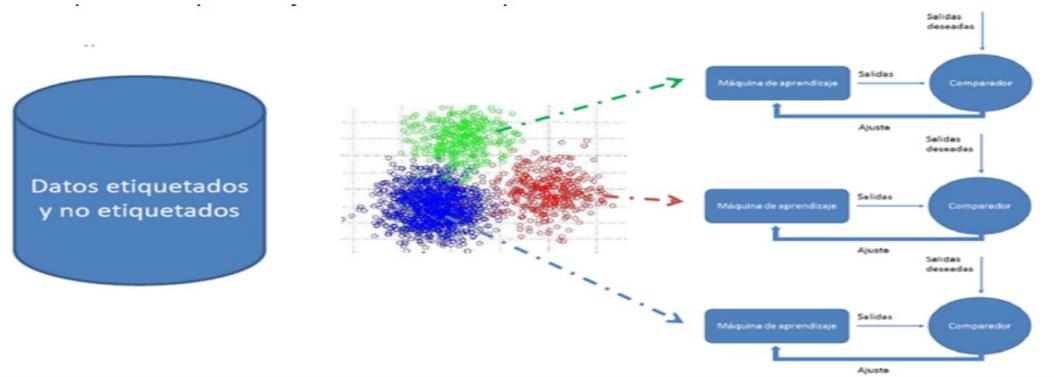


Figura 17: Datos Etiquetados y no etiquetados. Fuente [30]

Consiste básicamente en una combinación del aprendizaje supervisado y no supervisado con aplicaciones muy específicas [32].

Aprendizaje semisupervisado ayuda a etiquetar para agrupar por categorías inclusive se utiliza dos aprendizajes para mejorar el uno o el otro y así tener un mejor resultado.

7.17 Aspecto Técnicos

7.17.1 Django Python

Es un Framework basado en el lenguaje Python que permiten el desarrollo de aplicaciones de una manera rápida y sencilla. Está pensado para crear aplicaciones web en cuestión de horas, ya que integra muchos conceptos comunes en el desarrollo de aplicaciones web. Las ventajas de Django son que ya incluye un sistema de autenticación de usuarios, administración de contenido, seguridad, un sistema de mapeo objeto relacional (ORM por sus siglas en inglés), un sistema de plantillas y un despachador de URLs, entre otras características más [33]. Django es un framework que permite el desarrollo de aplicaciones web de calidad de manera rápida

7.17.2 Api

Se puede entender API (Application Programming Interface) como las funcionalidades que aporta un cierto servicio software facilitando para ser utilizado por otra aplicación y así mejorar sus resultados. Normalmente no es un resultado en sí mismo, sino que sirve de enlace entre un software ya creado y otro al que este le puede resultar útil, lo que se conocería como una interacción “software-to-software” [34].

Son estándares que permiten la comunicación entre aplicaciones desarrolladas en diferentes lenguajes de programación para transferir datos.

7.17.3 TIPOS DE APIS

Apis de servicio web: este tipo de Apis proporcionan acceso a su servicio mediante una dirección web estándar como REST, SOAP, XML-RPC y JSON-RPC, algunos de los cuales nos centraremos más adelante en este mismo capítulo [34].

Apis basadas en librerías: estas Apis son de gran utilidad cuando se programa en determinado lenguaje que se hace uso de sus librerías, normalmente las librerías no solo pueden ser proporcionadas por la plataforma software en la que está desarrollando, sino que también puede ser generadas por el programador para su propio beneficio y el de otros[34].

APIS de sistemas operativos: este tipo de Apis te permiten saber cómo están estructuradas las funcionalidades del Sistema Operativo [34].

7.17.4 Xamarin

Según [35] menciona que Xamarin es un marco para crear aplicaciones multiplataforma nativas para dispositivos móviles con C# y XAML mediante Visual Studio, permite trabajar en un entorno de desarrollo integrado, compartir código, compartir marcado para crear una interfaz de usuario (IU) y acceder fácilmente a hardware y características específicas de la plataforma, como el marcador telefónico y los servicios de ubicación además facilita un motor de diseño elaborado para diseñar las páginas.

La principal característica de Xamarin es que nos permite desarrollar las aplicaciones en un entorno de desarrollo integrado permitiendo así el uso compartido de la interfaz de usuario.

7.17.5 Python

Según [36] Python es un lenguaje de programación con sintaxis clara y sencilla para desarrollar aplicaciones ya que este lenguaje es compacto a comparación del lenguaje C. (Este lenguaje es considerado un lenguaje de alto nivel)

Una de las principales ventajas que le hace atractivo a Python es que al ser un lenguaje legible y elegante posee una estructura de datos que pueden ser manipulados de manera más sencilla a comparación de otros lenguajes

Este lenguaje de programación que permite realizar aplicaciones de manera sencilla ya que posee una sintaxis simple y clara de interpretar. Además, que este lenguaje utiliza un paradigma de programación orientado a objetos

7.17.6 Labelimg

Es una herramienta que está desarrollado en lenguaje Python permite el etiquetado de imágenes, el cual los etiquetados se guardan como archivos XML.

7.17.7 Tensorflow

Tensorflow da la posibilidad a los programadores de comenzar a utilizar el aprendizaje profundo de una manera rápida y sencilla. El marco tiene un amplio respaldo en la industria y se ha convertido en una opción válida para la investigación de aprendizaje profundo y el desarrollo de aplicaciones, especialmente en ámbitos como la visión artificial, la comprensión de lenguaje natural y la traducción de voz [37].

8. HIPÓTESIS

Las redes neuronales convolucionales permiten la detección y medición de plantas de maíz de variedad Sapon

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Tipos de Investigación

9.1.1 Investigación Bibliográfica

Se utilizará este tipo de investigación para indagar en las distintas fuentes bibliográficas primarias y secundarias como artículos científicos, libros, revistas y páginas web con la finalidad de recabar información acerca de redes neuronales para la detección de objetos, aplicaciones móviles.

9.1.2 Investigación de campo

Para este proyecto se utilizará la investigación de campo pues se necesitó la recolección de fotografías del maíz de variedad Sapon en distintas etapas de crecimiento para construir la base de datos con la cual trabajará la red neuronal.

9.1.3 Investigación Experimental

Se utilizó esta investigación para probar las diferentes técnicas de Deep Learning que permiten la detección de plantas de maíz de variedad Sapon., así también experimentar con algoritmos de medición de alturas en imágenes digitales.

9.2 Técnicas e instrumentos de investigación

9.2.1 Fichas Bibliográficas

Se aplicó este instrumento para recopilar datos relevantes de las distintas fuentes bibliográficas investigadas y así tener una guía organizada para incluir en la bibliografía de la investigación.

9.2.2 La Fotografía

Se utilizará esta técnica de investigación para recabar y armar la base de datos de imágenes necesarias para el proceso de aprendizaje.

9.3 Metodología Crisp

La metodología implementada para el desarrollo del modelo de detección y del algoritmo de medición de alturas de plantas de maíz en imágenes digitales es CRISP, ya que esta metodología contempla el proceso de análisis, comprensión y procesamiento de datos (fotografías de plantas de maíz), estableciendo así un contexto mucho más rico que influye en la elaboración del modelo y del algoritmo. Además, que las secuencias de estas fases no son rígidas el cual nos permite avanzar o regresar entre las distintas fases.

9.4 Metodología Mobile-D

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó la metodología Mobile-D ya que es una metodología ágil para el desarrollo de software de dispositivos móviles además

que esta metodología trabaja de un modo más eficiente y rápido e incluso permite ahorrar tiempo y costo.

10. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)

10.1 Desarrollo de la Metodología CRISP-DM

10.1.1 Fase A: Comprensión del negocio

Detallaremos cada una de las tareas de la que constan la primera fase de esta metodología en donde se van a determinar los objetivos, requisitos y un plan de proyecto.

Reconocimiento de la Planta de Maíz

El objetivo que se va aplicar en este modelo de negocio es detectar lo más fiable posible si existe una planta de maíz a partir de una imagen.

Medición de Altura de la Planta de Maíz

Aplicar un algoritmo que me permita medir la altura de planta de maíz.

Evaluación de la Situación

Para el desarrollo del modelo de detección se cuenta con un total de 500 imágenes digitales de plantas de maíz las cuales fueron tomadas en diferentes estados de iluminación, factores climáticos, y distintas etapas de crecimiento del maíz.

Costes y beneficios

Las imágenes fueron recopiladas desde una parcela propia.

Este proyecto no genera un beneficio económico a la universidad, sin embargo, beneficia en el ámbito educativo a los estudiantes y profesores de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Determinar los Objetivos de la Minería de Datos.

- Recolectar imágenes digitales de plantas de maíz en diferentes estados de iluminación y de clima.
- Obtener un modelo de detección de plantas de maíz en imágenes digitales.
- Conseguir un modelo que permita la medición de las plantas de maíz en imágenes.

Criterios de éxito de minería de datos

El criterio de éxito lo determinará la fiabilidad del modelo tanto para la detección como para la medición de la altura en las plantas de maíz.

Plan del proyecto.

Tabla 4: Plan de Proyecto Fuente Equipo de Investigación

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
FASE A: COMPRESION DEL NEGOCIO	5 días	lun 1/6/20	vie 5/6/20
FASE B: COMPRESION DE DATOS	10 días	lun 8/6/20	vie 19/6/20
FASE C: PREPARACION DE DATOS	10 días	lun 22/6/20	vie 3/7/20
FASE D : MODELO	15 días	lun 6/7/20	vie 24/7/20
FASE E: EVALUACION	5 días	lun 27/7/20	vie 31/7/20
FASE F: DISTRIBUCION	5 días	lun 3/8/20	vie 7/8/20

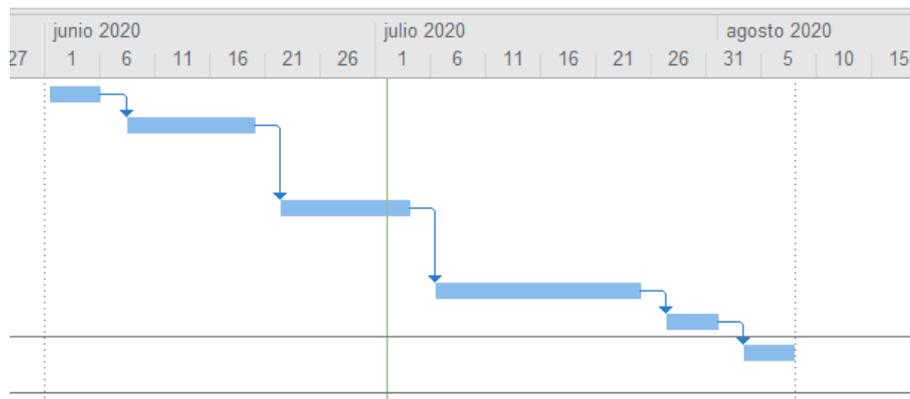


Figura 18: Plan de Proyecto. Fuente: Equipo de Trabajo.

10.1.2 Fase B: Comprensión de datos

Dentro de esta fase se realiza la recolección inicial de los datos para determinar su calidad y así establecer un contacto con el problema, además con familiarizarse.

Recolectar los Datos Iniciales

Para el modelo de detección y algoritmo de medición se consideró 500 imágenes digitales de plantas de Maíz con un objeto de referencia, tomadas las imágenes desde un dispositivo móvil, en diferentes estados del día y clima, en un formato JPG y con diferentes perspectivas.

Descripción de Datos

La base de datos para el modelo de detección está constituido por un conjunto de datos divididos en carpetas por meses donde las imágenes fueron tomadas en diferentes estados del día y clima.

Para el algoritmo de medición las imágenes con un objeto de referencia cuyo objeto debe estar al mismo nivel de la planta de maíz.

10.1.3 Fase C: Preparación de datos

En esta fase se preparó los datos para adecuarlos a las técnicas de minerías de datos para aplicarlos en el proyecto. Esto conlleva a seleccionar los datos para limpiarlos, así mejorar su calidad y darles el formato adecuado y requerido para cada modelo.

Selección de Datos

La selección de datos permitió obtener una base de datos con imágenes apropiadas para ser utilizadas en el entrenamiento del modelo, así como también para la utilización de la verdad terreno en el proceso del algoritmo de medición. En un archivo Excel se detalló los registros de la información de la imagen de la siguiente manera:

Código: en este registro se puso el nombre de la imagen.

Medida: en este campo se registró la medida de la planta.

Limpieza de datos

En esta fase las imágenes fueron analizadas, se extrajo el ruido, se aclararon las imágenes, a continuación, se seleccionaron las imágenes en las que las plantas de maíz aparecían completamente.

Para el algoritmo de medición de alturas se analizó que la fotografía digital de la planta de maíz contenga un objeto de referencia, este objeto de referencia debe tener los siguientes aspectos:

- Debe estar al mismo nivel de la planta.
- El objeto de referencia debe estar recto.

Transformación de datos

En esta actividad se seleccionó el data set obtenida de las fases anteriores para ser utilizadas en el etiquetado de las imágenes de las plantas de maíz con el programa Labelimg.

El cual al momento de realizar el etiquetado el programa de labelimg devuelve un archivo xml. Con las coordenadas de la imagen donde se encuentra ubicado de la planta de maíz.



Figura 19: Imagen Etiquetada. Fuente Equipo de Investigación.



Figura 20: Imagen Etiquetada. Fuente Equipo de Investigación.

```

<annotation>
  <folder>maiz3</folder>
  <filename>1.jpg</filename>
  <path>C:\Users\USUARIO\Videos\maiz3\1.jpg</path>
  <source>
    <database>Unknown</database>
  </source>
  <size>
    <width>768</width>
    <height>1024</height>
    <depth>3</depth>
  </size>
  <segmented>0</segmented>
  <object>
    <name>maiz</name>
    <pose>Unspecified</pose>
    <truncated>0</truncated>
    <difficult>0</difficult>
    <bndbox>
      <xmin>56</xmin>
      <ymin>109</ymin>
      <xmax>572</xmax>
      <ymax>787</ymax>
    </bndbox>
  </object>
</annotation>

```

Figura 21: Código de coordenadas de la imagen. Fuente Equipo de Investigación.

10.1.4. Fase D: Modelado

En esta fase se escogerá la técnica adecuada para cumplir los objetivos mencionado en las fases anteriores una vez aplicado las técnicas escogidas para los modelos se tendrá que evaluar si el modelo cumple con los criterios de éxitos o no.

Técnica de modelado

Se realizará aplicando el modelo Faster_RCNN_Resnet101_coco. En esta etapa para la creación del modelo se realizó mediante la utilización de redes neuronales convolucionales, así como los procesos de detección y procesamiento de imágenes que nos ofrece el algoritmo Faster_RCNN_Resnet101_coco.

El detector de imágenes se lo realizo considerando una data set de 500 imágenes divididas en el 80% para entrenamiento y el 20 % para pruebas de la red neuronal.

El algoritmo Faster_RCNN_Resnet101_coco entreno con 200000 steps, al transcurrir 11 horas de entrenamiento se pudo evidenciar que el modelo no mejoraba su aprendizaje debido a que los índices de aprendizaje fluctuaban entre 0.7 y 0.9, por lo que valores menores a 1 son considerados apropiados para generar modelos de aprendizaje adecuados. En el caso de la medición de alturas se consideró el siguiente proceso:

1. Se busca un objeto de referencia en color azul o amarillo en la imagen. Para detectar el objeto de referencia se utilizó open cv2 esta librería permite la detección de modos de color RGB, además con ella se obtuvo la altura del objeto en píxeles (AP).
2. Luego se efectúa el siguiente cálculo matemático:

$$OR = MO/AP$$

Donde:

MO= es la medida del objeto de referencia.

AP= es la altura en pixeles obtenida por open cv2.

OR= es la medida en pixeles de la altura del objeto referencia.

3. Se llena el contorno del cuadro de color rojo y se obtiene el total de pixeles de la altura del cuadro rellenado (AP2).
4. Procedemos a realizar el siguiente cálculo para determinar la altura de la planta de maíz en centímetro

$$P = AP2 * OR$$

Donde:

AP2= es la medida en pixeles de la altura del cuadro rellenado.

OR= es la medida en pixeles de la altura del objeto de referencia.

P= altura de la altura de la planta de maíz en centímetros.

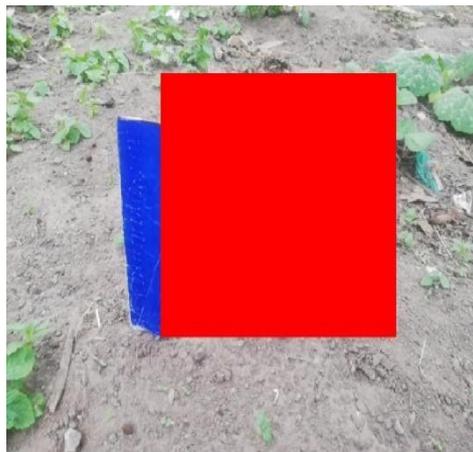


Figura 22: Transformación a pixeles. **Fuente** Equipo de Investigación.

10.1.5 Fase E: Evaluación

Validación cruzada

Se utilizó la técnica de la validación cruzada para el cual se separó en conjunto de datos inicial de 500 registros en 2: conjunto de entrenamiento (training) y conjunto de pruebas (testing). Por lo general se divide haciendo “80-20”. Y se toman muestras aleatorias, no en secuencia, si no, mezclado.

Cross-Validation: K-fold con 5 splits

Se aplicó K-Folds con 5 splits en el cual del total de 500 registros selecciono 400 registros para cada conjunto de Training y 100 registros para el conjunto de testing de forma aleatoria como se explica a continuación:

- Iterar 5 veces:
 1. Apartaremos el 80% del total de los registros de forma aleatoria para el Training.
 2. Apartaremos el 20% de registros de forma aleatoria para pruebas.
 3. Entrenamos al modelo con los registros seleccionados.
 4. Mediremos la precisión obtenida sobre los 400 registros que se seleccionados aleatoriamente.
- Se realizará 5 entrenamientos independientes ya que se va a seleccionar los datos de forma aleatoria 5 veces.
- La precisión final será el promedio de las 5 precisiones anteriores.

K-fold Iteración N° 1



Resultados Iteración N° 1:

Steps: 20000

Train: 0.83342

K-fold Iteración N° 2



Resultados Iteración N° 2:

Steps: 20000

Train: 0.86843

K-fold Iteración N° 3



Resultados Iteración N° 3:

Steps: 20000

Train: 0.87232

K-fold Iteración N° 4



Resultados Iteración N° 4:

Steps: 20000

Train: 0.84944

K-fold Iteración N° 5



Resultados Iteración N° 5:

Steps: 20000

Train: 0.82821

Promedio del desempeño estimado de las 4 Iteración

Tabla 5: Iteraciones de cada K-fold

Iteración N° 1	0.83342
Iteración N° 2	0.86843
Iteración N° 3	0.87232
Iteración N° 4	0.84944
Iteración N° 5	0.82821
Resultado	0.850364
Resultado en Porcentaje (%)	98.75%

Fuente Equipo de Investigación.

Aplicando la técnica de la validación cruzada se obtuvo un promedio de entrenamiento de 0.850364 que equivale al 98.75% de precisión, el cual refleja un resultado óptimo ya que este valor es menor que 1.

Error Cuadrático Medio

Para la evaluación del algoritmo de medición se aplicó el error cuadrático medio donde se detalla a continuación:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}}$$

Figura 23: Error Cuadrático Medio.

Paso 1: Se obtuvo la diferencia entre las medidas sacadas con el algoritmo y las medidas reales de las alturas de las plantas de maíz.

Pasó 2: Los resultados obtenidos en el paso anterior se elevaron a cuadrado, para luego proceder a sacar la sumatoria de dichos valores.

Paso 3: Se procede a sacar la raíz cuadrada de la sumatoria total y dividirla para N donde N es la cantidad de datos.

A continuación, se mostrará el resultado del cálculo de error cuadrático medio:

$$RMSE = \sqrt{387,7688/100}$$

$$RMSE = 1,97$$

El error cuadrático medio de las medidas de las alturas de las plantas de maíz es 1.97

+, -.

10.1.6 Fase F: Distribución

Una vez evaluadas el modelo de detección y los algoritmos de medición de plantas de maíz se procedió a integrarlos en una aplicación móvil diseñada en Xamarin Android Studio.

El desarrollo de la aplicación móvil se detalla en la metodología Mobile-D.

11. Desarrollo De La Metodología Mobile-D

Para el desarrollo de esta aplicación móvil en la plataforma de Xamarin se aplicó la metodología MOBILE-D lo cual nos permite desarrollar de manera ágil software pequeños y en poco tiempo y con menos recursos específicamente para aplicaciones móviles.

La metodología MOBILE_D tiene cinco fases que se aplicara:

- Exploración
- Inicialización
- Productización
- Estabilización
- Pruebas

11.1 Exploración

En esta fase se presentara el alcance del aplicativo el cual es desarrollar una aplicación que permita la detección y medición de alturas de plantas de maíz con imágenes digitales, además permitirá mostrar en una galería de imágenes de la planta de maíz con su respectiva altura, así también el aplicativo nos permitirá eliminar las imágenes de la galería, este aplicativo está diseñada para los profesores y estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Agricultores que se dediquen al cultivo de maíz en la ciudad de Latacunga, se realizó en la plataforma Xamarin.

11.2 Inicialización

En esta fase se planeó y estableció el proyecto para definir los requerimientos necesarios para el desarrollo aplicativo.

Historias de usuario

Tabla 6: Historia de usuario de detección de Plantas de Maíz.

HISTORIA DEL USUARIO
Numero: 1
Nombre: Detección de Plantas de Maíz
Usuario: Usuario
Descripción: El usuario tiene el acceso a la interfaz del aplicativo donde captura una imagen y el aplicativo determinara si la imagen capturada es o no es maíz.
Fuente: Grupo de Investigadores

Tabla 7: Historia de usuario de Medición de Alturas de Plantas de Maíz

HISTORIA DEL USUARIO
Numero: 2
Nombre: Medición de Alturas de Plantas de Maíz
Usuario: Usuario
Descripción: El usuario tiene acceso la opción de elegir un color del objeto de referencia e introducir la medida del objeto posteriormente con la imagen detectada de la planta de maíz para determinar la altura.
Fuente: Grupo de Investigadores

Tabla 8: Historia de usuario Eliminar imagen

HISTORIA DEL USUARIO
Numero: 3
Nombre: Eliminar Imagen
Usuario: Usuario
Descripción: El usuario puede eliminar imagen de la galería.
Fuente: Grupo de Investigadores

Requerimientos funcionales

RF1: Capturar la imagen con el dispositivo móvil para que detecte si corresponde a una planta es maíz o no.

RF2: Seleccionar el color del objeto de referencia.

RF2: Introducir la medida del objeto de referencia.

RF2: Realizar la medición de la altura de la planta de maíz.

RF3: Eliminar imagen de la galería.

Requerimientos no Funcionales

- Xamarin Android Studio
- Web services rest framework
- SQL life
- Postman

Para la programación de la aplicación móvil se recopiló los requerimientos funcionales y no funcionales y así de esta manera optimizar recursos y tiempos.

Para la realización de esta aplicación bajo el entorno de desarrollo de Xamarin Android Studio es necesario la utilización de un servidor vps en donde vamos alojar el web services del modelo de detección y medición de la altura de la planta de maíz.

11.3 Productización

En esta fase se lleva a cabo la implementación por ende se debe realizar diseños fáciles y sencillos de utilizar y así obtener un diseño comprensible.

Diagramas de casos de uso

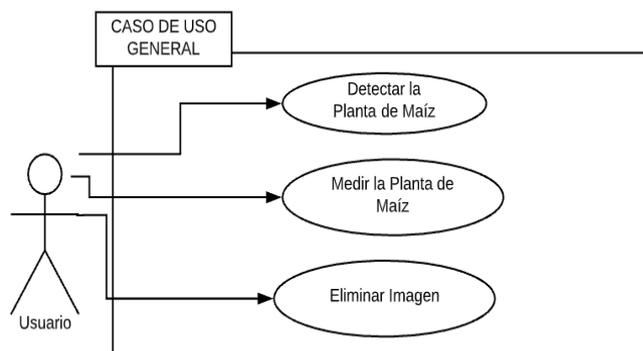


Figura 24: Diagrama de cas de uso general **Fuente:** Grupo de Investigadores

Diagrama a detalle

Tabla 9: CU001-Detectar la planta de Maíz

Núm.:	CU001
Nombre:	Detectar Maíz
Autores:	Tesistas investigadoras.
Descripción:	El usuario realiza la Detección y la Medición.
Actor:	Usuario
Precondiciones:	El usuario debe tener la aplicación.
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1.-El usuario ingresa a la aplicación. 2.-El usuario selecciona el icono +. 3. La aplicación muestra la interfaz para seleccionar el color del objeto de referencia e introducir la medida del objeto. 4.-La aplicación activa la cámara del dispositivo. 5.-El usuario procede a tomar la foto. 6.- La aplicación detecta la planta de maíz” 7.- el aplicativo muestra la interfaz con la imagen de la planta de maíz.
Flujo alternativo 1:	<p>OPCIÓN INCORRECTA.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1- El usuario no selecciona un color del objeto de referencia o no ingresa la medida del objeto 3.2- El usuario no puede avanzar el paso 4. 6.1 La aplicación no detecta la planta de maíz. 6.1.1- La aplicación muestra un mensaje con “No se detectó planta de maíz” regresa al paso 5.
Post-condiciones:	El usuario realiza la Detección de la planta de Maíz con éxito.

Fuente: Equipo de investigación

Tabla 10:CU002-Medir la planta de Maíz

Núm.:	CU002
Nombre:	Medir la planta de Maíz
Autores:	Tesistas investigadoras.
Descripción:	El usuario realiza la Detección y la Medición.
Actor:	Usuario
Precondiciones:	El usuario debe tener la aplicación.
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1.-El usuario ingresa a la aplicación. 2.-El usuario selecciona el icono +. 3. La aplicación muestra la interfaz para seleccionar el color del objeto de referencia e introducir la medida del objeto. 4.-La aplicación activa la cámara del dispositivo. 5.-El usuario procede a tomar la foto. 6.- La aplicación detecta el objeto de referencia de la planta de maíz” 7.- el aplicativo muestra la interfaz con la medida de la altura de la planta de Maíz.
Flujo alternativo 1:	<p>OPCIÓN INCORRECTA.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1- El usuario no selecciona un color del objeto de referencia o no ingresa la medida del objeto 3.2- El usuario no puede avanzar el paso 4. 6.1 La aplicación no detecta el objeto de referencia. 6.1.1- La aplicación muestra un mensaje con “No se encontró el objeto de referencia” regresa al paso 5.
Post-condiciones:	El usuario realiza la Medición de la planta de Maíz con éxito.

Fuente: Grupo de Investigadores

Tabla 11. CU003 Eliminar Imagen

Núm.:	CU003
Nombre:	Eliminar Imagen
Autores:	Tesistas investigadoras.
Descripción:	El usuario elimina una imagen.
Actor:	Usuario
Precondiciones:	Tener Imagen en la galería en el aplicativo móvil.
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1.-El usuario Selección una imagen. 2.-El aplicativo muestra una interfaz con la imagen seleccionada y un icono para eliminar. 3. El usuario selecciona un icono para eliminar el aplicativo elimina la imagen.
Post-condiciones:	El usuario elimina la imagen.

Fuente: Grupo de Investigadores

Diagrama de secuencia

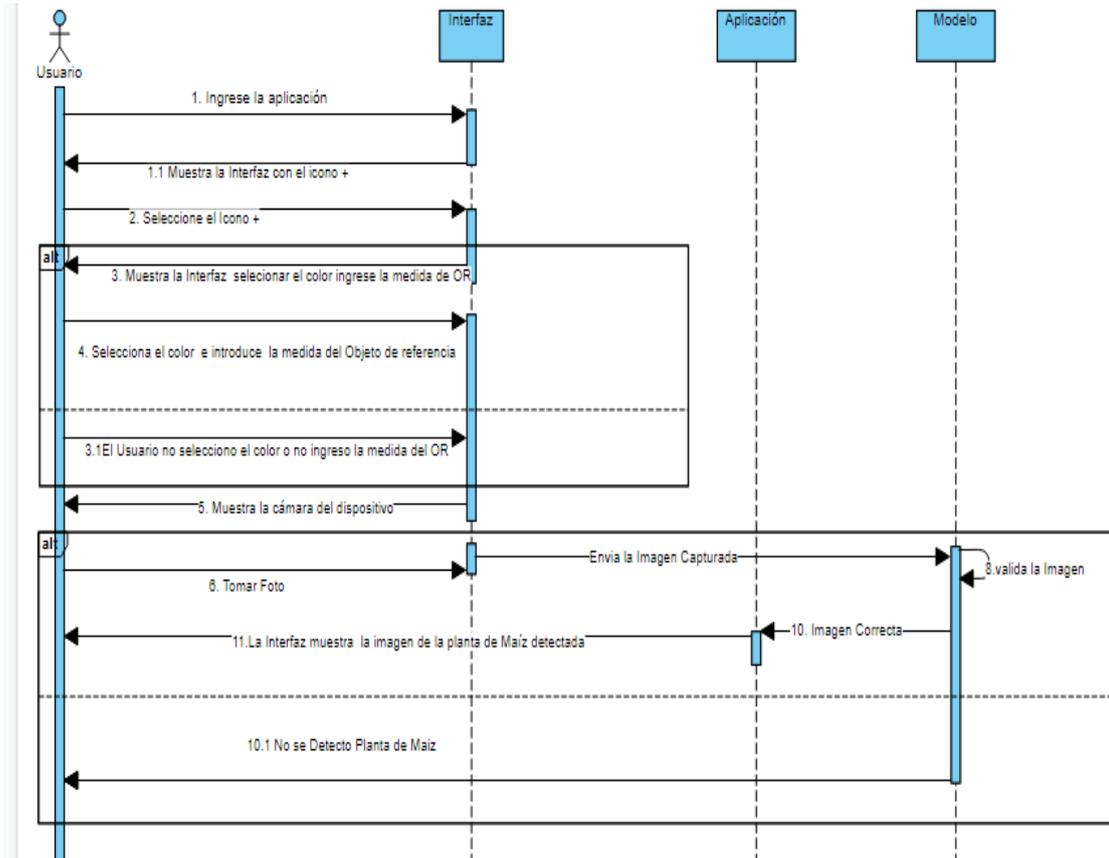


Figura 25: Detección de Maíz. Fuente Grupo de Investigación

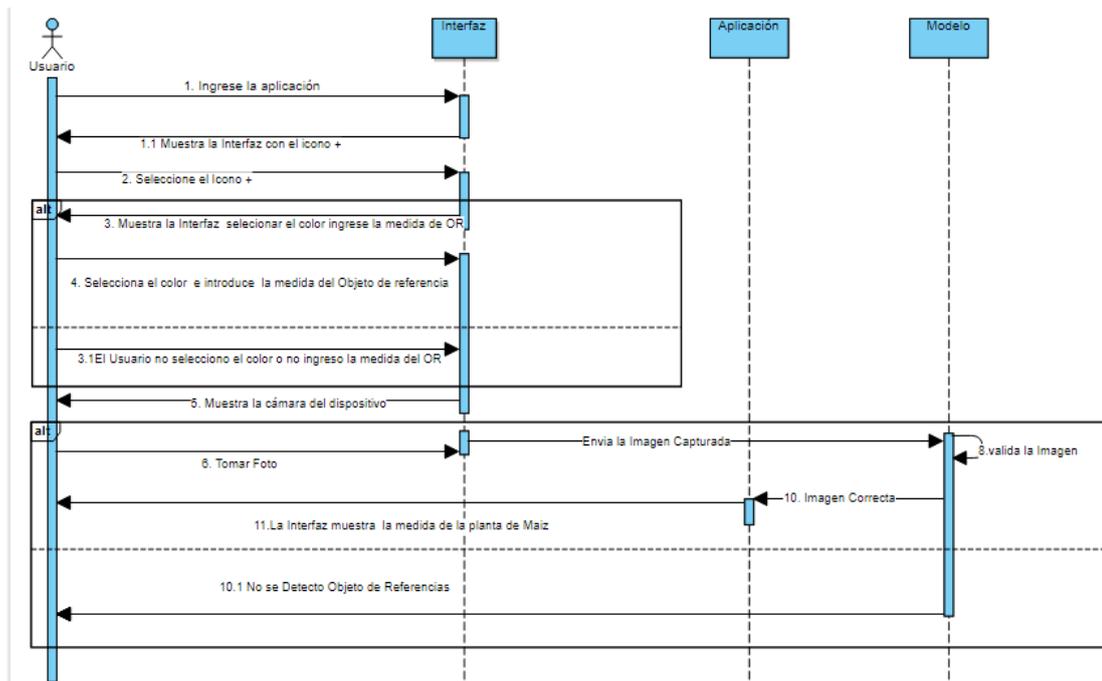


Figura 26: Medición de Planta de Maíz. Fuente Grupo de Investigación

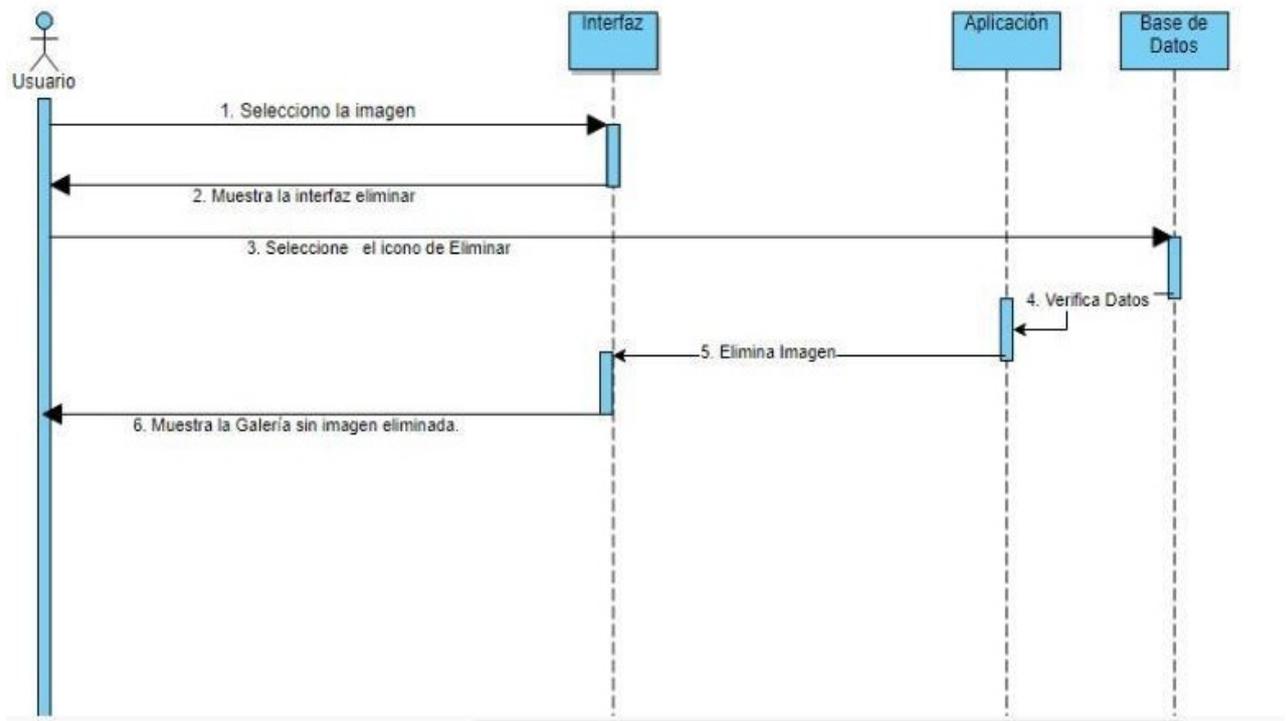


Figura 27: Eliminar Imagen. Fuente Grupo de Investigación

Diagrama de clases de la aplicación - servidor

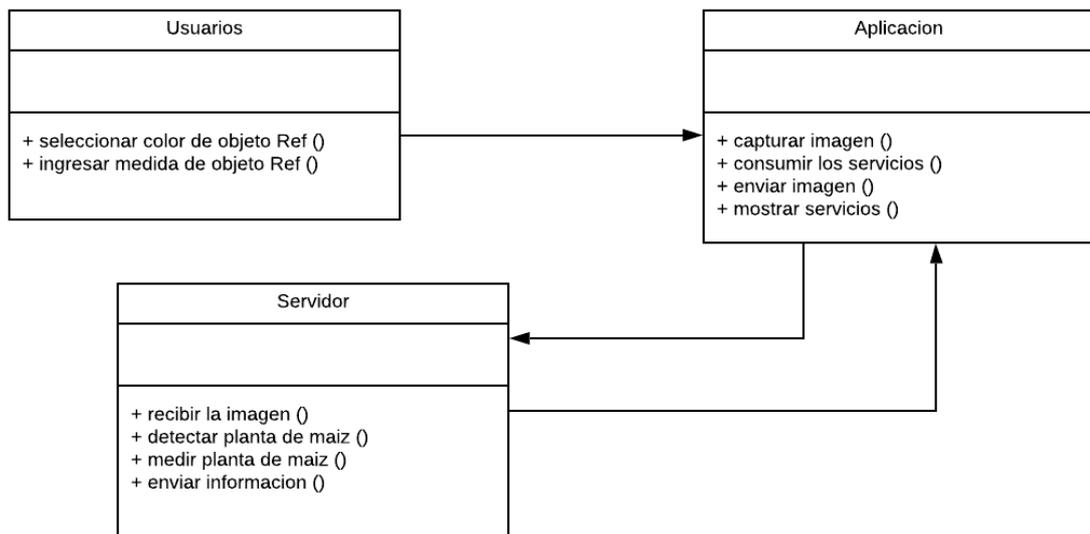


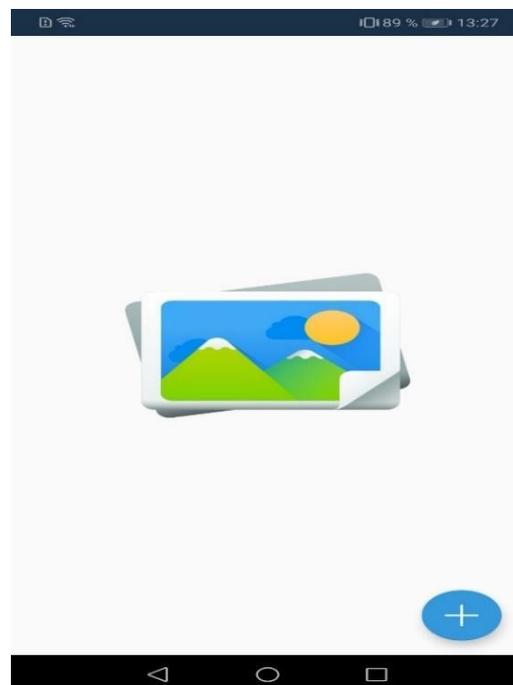
Figura 28: Diagrama de clases del aplicativo – Servidor. Fuente Grupo de Investigación

Diseño de la aplicación

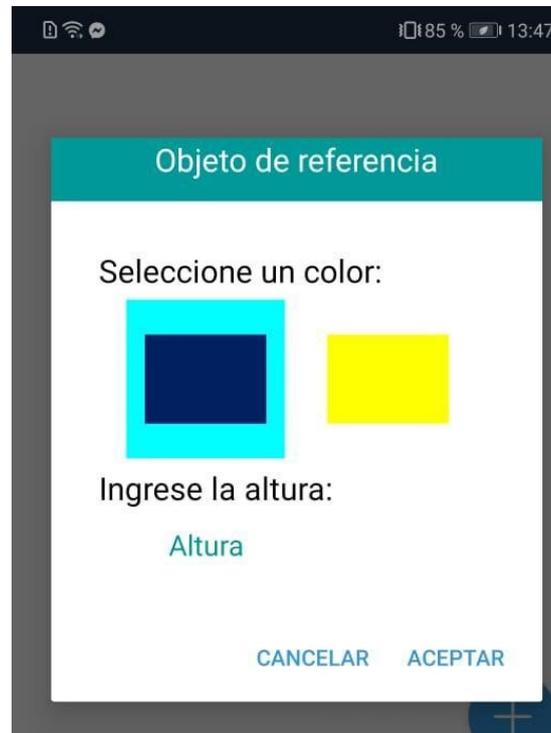
- a. Splash con el logo de la Universidad Técnica de Cotopaxi



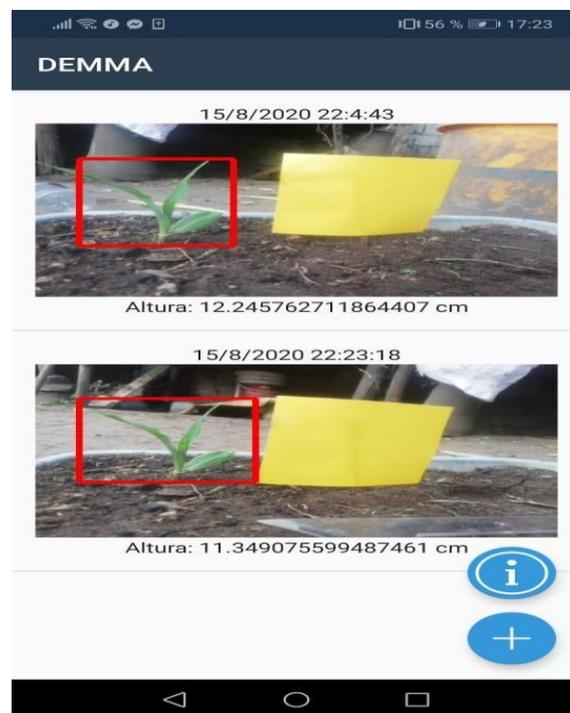
- b. Pantalla principal del aplicativo



c. Pantalla para seleccionar el color e introducir la medida del objeto de referencia.



d. Pantalla para visualizar la altura de la planta de



e. Pantalla de eliminar Imagen



11.4 Estabilización

Para esta fase la tarea fue comprobar la transferencia de datos entre el servidor y la aplicación móvil en el cual se buscó errores de carga y sincronización de datos al momento de consumir la API del servidor para que las inconsistencias encontradas puedan ser solucionadas.

11.5 Fase de Pruebas

Para esta fase de pruebas se verificó por última vez que todas sus funcionalidades funcionen de manera correcta, se ejecutaron pruebas unitarias y de sistema

11.5.1 Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias son las que nos ayudara verificar partes del código que funcionen correctamente fueron realizando a medida que se iba implementando cada requerimiento con la finalidad que quedara completamente funcional por lo cual no se puede presentar los errores que puede tener el código.

A continuación, se visualiza la consola de xamarin ejecutando el código sin errores.

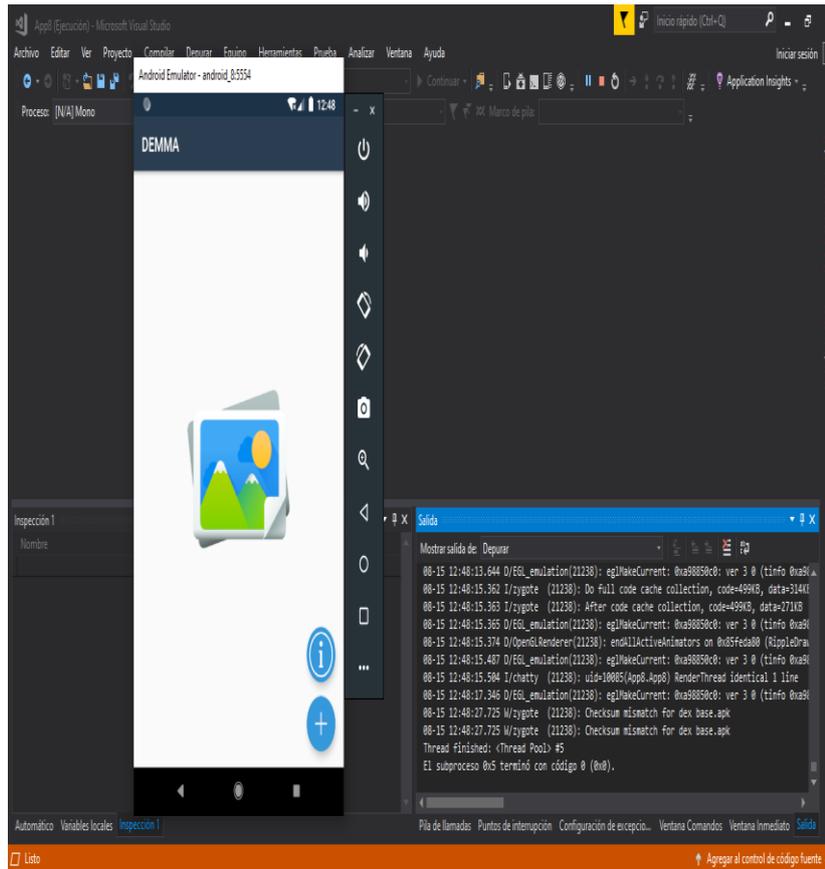


Figura 29: Consola de Xamarin. Fuente Grupo de Investigación

11.5.2 Pruebas de Sistemas

A continuación, se detalla las pruebas de sistemas que se realizó a la aplicación para comprobar si existen errores con el funcionamiento del aplicativo.

Caso de prueba 1

Esta prueba permite verificar el correcto funcionamiento al momento de seleccionar el color e ingresar la medida del objeto de referencia.

Tabla 12: Caso de Prueba 1.

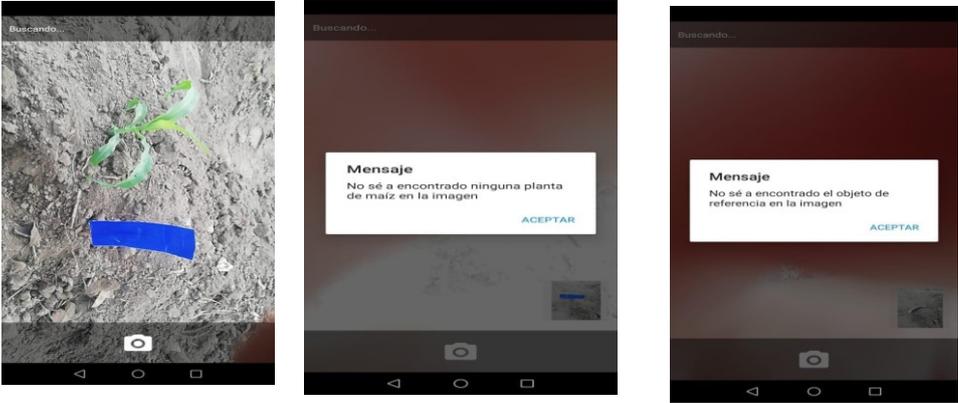
Caso de prueba 1	Se espera	Resultados
<p>Seleccionar color e Introducir la altura del objeto de referencia</p>	<p>La aplicación permita seleccionar un color (azul o amarillo) e introducir la medida del objeto de referencia.</p>	<p>La aplicación permitió seleccionar un color (azul o amarillo) e introducir la medida del objeto de referencia con éxito.</p>
<p>PRUEBAS:</p>	<p>Prueba 1: Validar que el color de referencia este seleccionado.</p> <p>Si no se selecciona un color el aplicativo muestra un mensaje “Seleccione un color”.</p> <p>Prueba 2: Validar que el campo para el ingreso de la medida no esté vacío.</p> <p>Si no se ingresa una medida el aplicativo muestra un mensaje “Ingrese una medida”.</p>	
		
<p>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA:</p>	<p>Aprobado</p>	

Fuente: Grupo de Investigación

Caso de prueba 2

Esta prueba permite verificar si la imagen capturada con el dispositivo se detecta la planta de maíz y el objeto de referencia.

Tabla 13: Caso de prueba 2 Capturar una imagen.

Caso de prueba 2	Se espera	Resultados
Capturar imagen con la cámara del dispositivo para detectar la planta de maíz y el objeto de referencia	La aplicación móvil permita capturar una imagen con la cámara del dispositivo y detectar la planta de maíz y el objeto de referencia.	La aplicación móvil permitió capturar una imagen con la cámara del dispositivo y detecto la planta de maíz y el objeto de referencia satisfactoriamente.
PRUEBAS:	<p>Prueba 1: Verificar que la cámara del dispositivo se active</p> <p>Prueba 2: En la imagen capturada no se detectó la planta de maíz.</p> <p>La aplicación muestra un mensaje “No sé a encontrado ninguna planta de maíz en la imagen”.</p> <p>Prueba 3: en la imagen capturada no se detectó el objeto de referencia.</p> <p>La aplicación muestra un mensaje “No se encontrado el objeto de referencia en la imagen”</p>	
		
EVALUACIÓN DE LA PRUEBA:	Aprobado	

Caso de prueba 3

Esta prueba permite verificar el correcto funcionamiento al momento de visualizar las imágenes detectadas con su respectiva imagen.

Tabla 14: Caso de prueba 3

Caso de prueba 3	Se espera	Resultados
Mostrar la planta detectada con su respectiva altura.	La aplicación móvil permita visualizar la planta detectada con su respectiva altura.	La aplicación móvil permitió visualizar la planta detectada con su respectiva altura correctamente.
PRUEBAS:	Prueba 1: la aplicación muestra la interfaz con una galería de imágenes, donde se visualizan las imágenes detectadas con su respectiva altura	
 <p>The screenshot displays the DEMMA mobile application interface. At the top, the status bar shows signal strength, Wi-Fi, battery at 56%, and time 17:23. The app title 'DEMMA' is visible. Below, a gallery of two images is shown. Each image features a red bounding box around a green plant in a pot. The first image is timestamped '15/8/2020 22:4:43' and has a height measurement of 'Altura: 12.245762711864407 cm'. The second image is timestamped '15/8/2020 22:23:18' and has a height measurement of 'Altura: 11.349075599487461 cm'. At the bottom right of the gallery, there are two blue circular icons: one with an 'i' for information and one with a '+' for adding more items. The Android navigation bar is visible at the very bottom.</p>		
EVALUACIÓN DE LA PRUEBA:	Aprobado	

Fuente: Grupo de Investigadores

Caso de Prueba 4

Este caso de prueba verifica el correcto funcionamiento al momento de eliminar una imagen de la galería.

Tabla 15: Caso de Prueba 3.

Caso de prueba	Se espera	Resultados
Eliminar Imagen	La aplicación móvil permita eliminar una imagen de la galería.	La aplicación móvil permitió eliminar una imagen de la galería con éxito.
PRUEBAS:	Prueba 1: la aplicación elimina una imagen al dar clic al icono eliminar.	
		
EVALUACIÓN DE LA PRUEBA:	Aprobado	

Fuente: Grupo de Investigadores

12. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación usó alrededor de 500 imágenes de plantas de maíz en diferentes estados del día, clima e iluminación donde se obtuvo como resultado del modelo de detección un precisión del modelo de 0.850364 que equivale al 98.75%.

Del total del dataset de 500 imágenes se utilizó 100 imágenes de plantas de maíz con su respectivo objeto de referencia para sacar las medidas de la altura de las plantas se aplicó el algoritmo de medición obteniendo como resultado un error cuadrático medio de más menos 1.97 cm.

El modelo de detección y el algoritmo de medición fueron integrados en una aplicación móvil desarrollada en la plataforma de xamarin.

13. IMPACTOS TÉCNICOS y SOCIALES:

13.1 IMPACTO SOCIAL

El proyecto tendrá un impacto social ya que mediante la investigación se logró desarrollar una aplicación móvil para la detección y medición de plantas de maíz en imágenes digitales usando Deep Learning que es de gran ayuda para los profesores y estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, así como también para agricultores que se dediquen al cultivo de maíz en la ciudad de Latacunga.

13.2 IMPACTO TÉCNICO.

Al facilitar una aplicación móvil para la detección y medición de alturas de la planta de maíz de manera automática, permitirá tener la experiencia de manipular tecnologías nuevas e innovadoras. El desarrollo del proyecto se centra en la búsqueda de un espacio donde se pueda admirar y explorar la tecnología de una manera segura y práctica.

14. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO.

14.1 GASTOS DIRECTOS

Tabla 16: Gastos Directo

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
			\$	\$
Esferos.	4	Unidades	0,50	2,00
Resma de papel bond.	3	Unidades	3,50	10,50
Impresiones	300	Hojas	0,05	15,00
Internet.	200	Horas	0,60	120,00
Cuadernos	2	Unidades	1.50	3.00
Carpeta	0.45	Unidad	0.45	0.45
Empastados del proyecto	2	Unidad	15	30,00
Anillados del proyecto	3	Unidades	3	9,00
Flash Memory	2	Unidades	7,00	14,00
TOTAL				203.95

Fuente: Grupo de Investigadores

14.2 GASTOS INDIRECTOS

Tabla 17. Gastos Indirectos

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
			\$	\$
Transporte	40	Pasajes	0,30	12,00
Alimentación	40	Almuerzos	2,00	80,00
Comunicación	5	Recargas	3,00	15,00
TOTAL				107,00

Fuente: Grupo de Investigadores

14.3 GASTOS GENERALES

Tabla 18 Gastos Generales

PRESUPUESTO GENERAL	
Recursos	Valor Total
	\$
Gastos Directos	203,95
Gastos Indirectos	107,00
10% Imprevistos	40,00
TOTAL	350,95

Fuente: Grupo de Investigadores

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1 CONCLUSIONES

- Con la revisión de literaturas científicas primarias y secundarias se obtuvo como resultado la construcción del marco teórico, de igual manera la metodología y herramientas tecnológicas que se aplicó para la detección y medición de plantas de maíz de variedad Sapon.
- La utilización del modelo Faster_RCNN_Resnet101_coco para la detección de objetos permito reconocer las plantas de maíz de variedad sapon en imágenes digitales
- La investigación ha permitido obtener un algoritmo de medición de alturas para establecer el tamaño de plantas de maíz en imágenes digitales.
- El uso del modelo de detección y el algoritmo de medición en la aplicación móvil detectará y medirá la altura de plantas de maíz, permitiendo así a los estudiantes y productores relacionados con el área de agronomía beneficiarse de una herramienta tecnológica

15.2 RECOMENDACIONES

- Mejorar la precisión del modelo incrementando la cantidad de imágenes de plantas de maíz de variedad Sapon con distintos estados del clima y diferentes variaciones de iluminación y resolución, con el fin de detectar las plantas de maíz.
- Alojarse en los servicios web, el modelo de detección y el algoritmo de medición en un servidor VPS con mayor recurso computacional para mejorar el tiempo de respuesta de una manera más rápida y eficiente.
- Para tener una mejor precisión al momento de realizar la medición de la planta de maíz se debe capturar la foto de manera frontal entre el dispositivo y la planta.

16. BIBLIOGRAFÍAS

- [1] L. Baca, “La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria,” p. 84, 2016, [Online]. Available: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relacion con la soberania alimentaria - Luis Al.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/La%20produccion%20de%20maiz%20amarillo%20en%20el%20Ecuador%20y%20su%20relacion%20con%20la%20soberania%20alimentaria%20-%20Luis%20Al.pdf?sequence=1).
- [2] M. Valverde, “Caracterización E Identificación De Razas De Maíz En La Provincia Del Azuay,” p. 86, 2015, [Online]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22897/1/Tesis.pdf>.
- [3] G. M. Martín, “Influencia De La Inoculación Micorrízica En Los Abonos Verdes. Efecto Sobre El Cultivo Principal. Estudio De Caso: El Maíz,” *Cultiv. Trop.*, vol. 36, pp. 34–50, 2015.
- [4] J. F. Mac Robert, P. Setimela, J. Gethi, and M. W. Regasa, “Manual de producción de semilla de maíz híbrido,” *Cent. Int. Mejor. Maíz y Trigo*, p. 36, 2015, [Online]. Available: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [5] “MAÍZ GRANO BLANCO Y AMARILLO Mexicano planeación agrícola nacional,” 2017.
- [6] “Ilustración de Ciclo De Vida De La Planta De Maíz Etapas De Crecimiento Desde Siembra Hasta Floración Y Planta Fructífero Aislada Sobre Fondo Blanco y más Vectores Libres de Derechos de Maíz - Alimento - iStock.” <https://www.istockphoto.com/es/vector/ciclo-de-vida-de-la-planta-de-maiz-etapas-de-crecimiento-desde-siembra-hasta-gm1141162483-305612555> (accessed Sep. 12, 2020).
- [7] “(24) Pinterest.” <https://www.pinterest.com.mx/pin/696791373579668832/?autologin=true> (accessed Sep. 12, 2020).
- [8] “Maíz.” <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz> (accessed Sep. 02, 2020).
- [9] “Crecimiento de la planta de maiz by Fidelina Barrios.” <https://prezi.com/swzpq4ytvvoh/crecimiento-de-la-planta-de-maiz/> (accessed Sep. 02, 2020).

- [10] B. G. Navarro, “Implementación de Técnicas de Deep Learning,” pp. 1–105, 2015.
- [11] A. Cifuentes, E. Mendoza, M. Lizcano, and O. Access, “Introducción,” vol. 10, no. 2, pp. 7–17.
- [12] C. Quintero, F. Merchán, A. Cornejo, and J. S. Galán, “Uso de Redes Neuronales Convolucionales para el Reconocimiento Automático de Imágenes de Macroinvertebrados para el Biomonitorio Participativo,” *KnE Eng.*, vol. 3, no. 1, p. 585, Feb. 2018, doi: 10.18502/keg.v3i1.1462.
- [13] D. J. Matich, “Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones.,” *Historia Santiago.*, p. 55, 2015, [Online]. Available: <ftp://decsai.ugr.es/pub/usuarios/castro/Material-Redes-Neuronales/Libros/matich-redesneuronales.pdf>.
- [14] G. Laura, “Arquitecturas de Redes Neuronales Profundas para mejora de voz : De los perceptrones multicapa a las redes completamente convolucionales (FCNs) Máster Universitario en,” 2019.
- [15] P. Tecnofactor, J. Camilo, A. Echeverry, R. D. Rincón, and U. Eafit, “Desarrollo de librería para manejo de redes neuronales en Java para tecnofactor,” 2018.
- [16] U. Nacional Mayor de San Marcos Perú Cevallos Ampuero, “Redes Neuronales de Base Radial aplicadas a la mejora de la calidad,” 2008. Accessed: Sep. 12, 2020. [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81619829009>.
- [17] P. Larrañaga, “Tema 8. Redes Neuronales,” pp. 1–19, 2015.
- [18] F. J. Nuñez, “Diseño de un sistema de reconocimiento automático de matrículas de vehículos mediante una red neuronal convolucional,” *Univ. Oberta Catalunya*, p. 53, 2016, [Online]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/52222/6/fnunezsTFM0616memòria.pdf>.
- [19] A. Arencibia Guerra and J. Hernández González Jordi Casas Roma, “Estudio de viabilidad para el control de existencias mediante reconocimiento visual y redes neuronales convolucionales,” [Online]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/88005/6/aarencTFM0119memoria.pdf>.
- [20] M. López Bautista, P. M. Puig, J. Antonio, and M. Moreno, “El salto cualitativo

- de Deep Learning en problemas de clasificación.”
- [21] “(24) Pinterest.” <https://www.pinterest.com.mx/pin/431993789252624102/> (accessed Sep. 12, 2020).
- [22] J. Ortuño, “Detección e identificación visual de caracteres en productos industriales,” pp. 1–63, 2016, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10045/57289>.
- [23] C. J. Castro Quintana, “Determinación de distancias entre objetos de una imagen,” p. 60, 2011, [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4204/>.
- [24] L. Jimenez, “Deteccion del Objeto Conocido, Medicion de su Tamaño Virtual y Cálculo de la Distancia,” pp. 1–15.
- [25] M. L. Castañeda, “Las Apps Y Tipos de Apps,” *Mayri López*, 2015.
- [26] I. B. M. IBM, “Manual CRISP-DM de IBM SPSS Modeler,” *IBM Corp.*, p. 56, 2012, [Online]. Available: <http://www.ibm.com/spss.%0Aftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/15.0/es/CRISP-DM.pdf>.
- [27] V. Galán, “Crisp-Dm a Un Proyecto De Minería,” p. 120, 2015.
- [28] “Vista de Desarrollo de una herramienta tipo m- Learning utilizando la metodología Mobile-D, como apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje de la programación lineal.” <https://revistas.unab.edu.co/index.php/rcc/article/view/2620/2226> (accessed Aug. 14, 2020).
- [29] A. Edwin, M. González, and M. Facultad, “RESUMEN-TRABAJO DE GRADO.”
- [30] “Machine Learning (Aprendizaje automático): Definición y tipos.” <http://ayudasydemascosas.blogspot.com/2016/04/machine-learning-aprendizaje-automatgico.html> (accessed Aug. 14, 2020).
- [31] “La revolución del aprendizaje automatizado.” <http://www.grupofinsi.com/blog.asp?vcblog=1238> (accessed Aug. 14, 2020).
- [32] “machine-learning — ¿Cuál es la diferencia entre el aprendizaje supervisado y el aprendizaje no supervisado?” <https://www.it-swarm.dev/es/machine-learning/cual-es-la-diferencia-entre-el-aprendizaje-supervisado-y-el-aprendizaje-no-supervisado/968513568/> (accessed Aug. 14, 2020).

- [33] “(No Title).”
http://oa.upm.es/58690/1/TESIS_MASTER_FERDY_ALLAN_RODRIGUEZ_SUAZO.pdf (accessed Aug. 14, 2020).
- [34] S. Plaza Estévez Nerea Ramírez Lamela Carmen Acosta Morales Directores and R. Hervás Ballesteros Gonzalo Rubén Mendez Pozo, “API de servicios web orientados a accesibilidad,” 2015.
- [35] “Compilación de aplicaciones móviles con Xamarin.Forms - Learn | Microsoft Docs.” <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/paths/build-mobile-apps-with-xamarin-forms/> (accessed Jun. 07, 2020).
- [36] “Aprendiendo un poco con Python | todolinux.”
<http://todolinux.cl/wordpress/2016/01/20/aprendiendo-un-poco-con-python/>
(accessed Sep. 12, 2020).
- [37] aws, “TensorFlow en AWS – Aprendizaje profundo en la nube,” 2016.
<https://aws.amazon.com/es/tensorflow/> (accessed Jun. 07, 2020).

17. ANEXOS

17.1 Anexo 1: Hoja de Vida del Autor 1

Datos Personales
<p style="text-align: center;">Datos Personales de la Autor:</p>  <p>Nombres: Kevin Stalin</p> <p>Apellidos: Caiza</p> <p>Fecha de nacimiento: 10 de septiembre de 1996</p> <p>C.C: 172600208</p> <p>Teléfono: 0980720025</p> <p>Correo electrónico: kevin.caiza0208@utc.edu.ec</p> <p>Estudios: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)</p>
Estudios Primarios
<p>Institución: Amable Arauz</p> <p>Dirección : Parroquia Conocoto</p>
Estudios Secundarios
<p>Institución: Academia Aeronáutica "Mayor Pedro Traversari"</p> <p>Dirección: Quito</p> <p>Título Obtenido: Administración de sistemas</p>
Estudios Superiores
<p>Institución : Universidad Técnica de Cotopaxi</p> <p>Carrera: Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.</p> <p>Dirección: Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe.</p>

17.2 Anexo 2: Hoja de Vida del Autor 2

Datos Personales
<p style="text-align: center;">Datos Personales de la Autora:</p> <div style="text-align: center;"></div> <p>Nombres: Norma Alexandra</p> <p>Apellidos: De La Cruz Lema</p> <p>Fecha de nacimiento: 06 de enero de 1995</p> <p>C.C: 050397633-4</p> <p>Teléfono: 0987569530</p> <p>Correo electrónico: norma.delacruz4@utc.edu.ec</p> <p>Estudios: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)</p>
Estudios Primarios
<p>Institución: Doc. Alfredo Baquerizo Moreno</p> <p>Dirección: Locoá - Latacunga</p>
Estudios Secundarios
<p>Institución: Luis Fernando Ruiz</p> <p>Dirección: Colegio Luis Fernando Ruiz, Avenida 11 de Noviembre, Latacunga</p>
Estudios Superiores
<p>Institución : Universidad Técnica de Cotopaxi</p> <p>Carrera: Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.</p> <p>Dirección: Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe.</p>

