

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería de Sistemas



AGROMEDIC - DETECCIÓN Y TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES EN LA PLANTA DEL MAÍZ

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Sistemas

Cyntia Caterine Huaytan Suazo

Código 20100543

Rafael Punzel Moncada

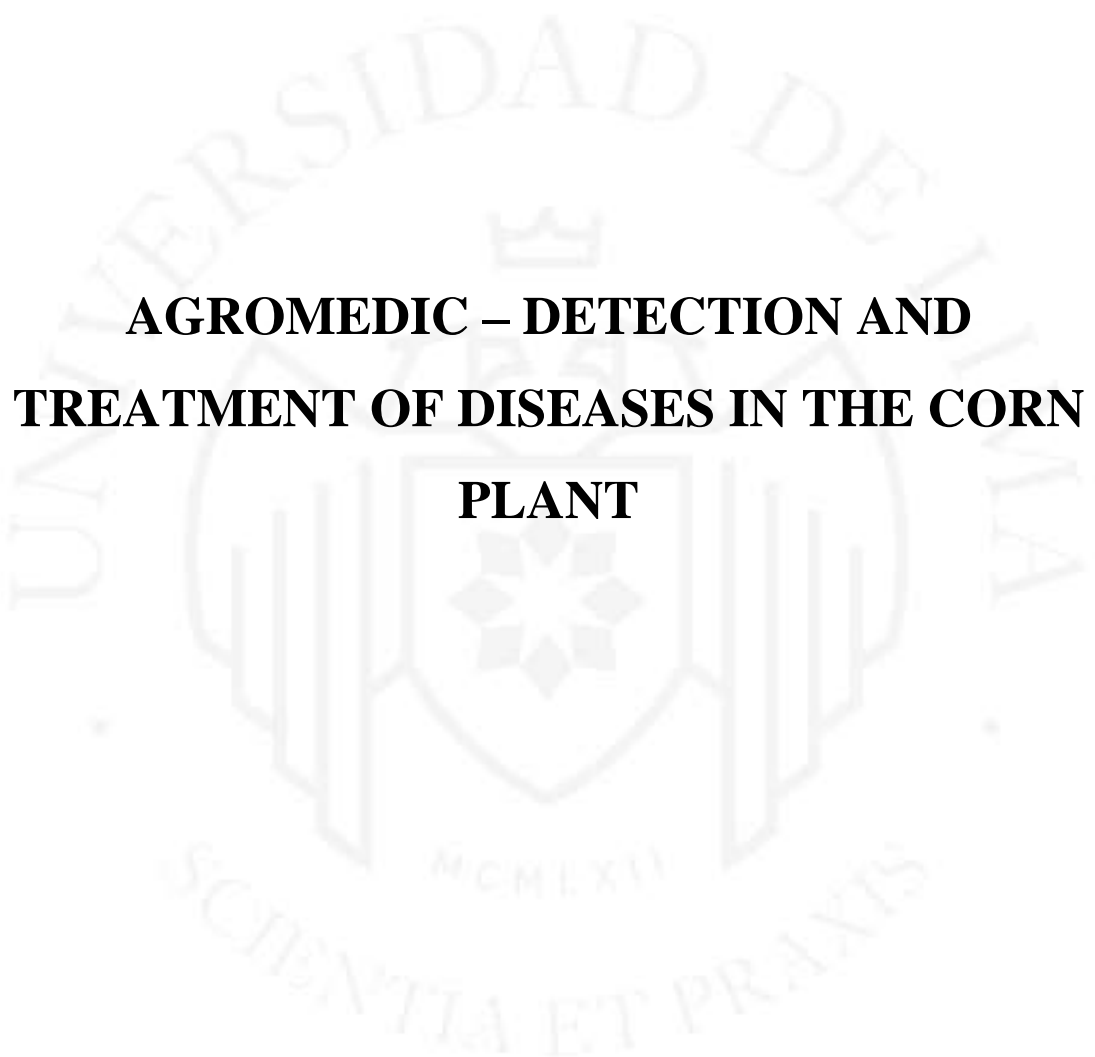
Código 20111000

Asesor

Hernan Alejandro Quintana Cruz

Lima – Perú

Enero de 2023



**AGROMEDIC – DETECTION AND
TREATMENT OF DISEASES IN THE CORN
PLANT**

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Definición del problema.....	5
1.2 Antecedentes	5
1.3 Motivación.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Competencia.....	8
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	11
2.1 Proceso de Producción del Maíz	11
2.2 Plagas y/o enfermedades en el cultivo del maíz.....	13
2.2.1 Tizón de la Hoja	13
2.2.2 Roya Común.....	14
2.2.3 Mancha Gris de la Hoja.....	15
2.3 Redes Neuronales Convolucionales	15
2.3.1 Operación de Pooling	18
2.3.2 Procesamiento de Imágenes	18
2.4 Design Thinking	20
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA NECESIDAD, EL CLIENTE Y EL MERCADO.....	23
3.1 Análisis del mercado potencial.....	23
3.1.1 Target.....	24
3.2 Segmentación del mercado.....	25
3.2.1 Mercado Total Objetivo (TAM).....	26
3.2.2 Mercado Disponible (SAM).....	28
3.2.3 Mercado Objetivo (SOM)	29
3.2.4 Definición del Público Objetivo.....	31
3.2.5 Identifica las necesidades del mercado objetivo	32
3.2.6 Estrategias de Marketing	33
CAPÍTULO IV: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	34
4.1 Definición del proyecto	34
4.2 Objetivos del proyecto.....	36
4.3 Modelo de negocio	36

4.4	Roles y responsabilidades del equipo del proyecto.....	38
4.5	Cronograma y riesgos iniciales del proyecto	39
4.5.1	Plan de Gestión de Riesgos Iniciales del Proyecto.....	40
4.6	Recursos económicos	42
CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL PRODUCTO MINIMO VIABLE		45
5.1	Alcance del producto mínimo viable.....	45
5.2	Supuestos clave y su validación a nivel de clientes y de usuarios	47
5.3	Diseño del producto mínimo viable	49
5.4	Implementación y validación del producto mínimo viable.....	57
5.4.1	Implementación del MVP	57
5.4.2	Validación del MVP	65
CONCLUSIONES.....		73
RECOMENDACIONES.....		74
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....		75
REFERENCIAS		78
BIBLIOGRAFÍA.....		81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Asistencia técnica, asesoría empresarial o capacitación, según tamaño de las unidades agropecuarias	23
Tabla 3.2 Productores Agropecuarios Por Grupos De Edad	27
Tabla 3.3 Productores Agropecuarios por uso de principales insumos agrícolas, plaguicidas y prácticas de control	29
Tabla 3.4 Productores Agropecuarios por uso de principales insumos agrícolas, plaguicidas y prácticas de control del departamento de Junín	30
Tabla 3.5 Factores de segmentación TAM, SAM, SOM.....	31
Tabla 4.1 Áreas y Roles	38
Tabla 4.2 Roles y Responsabilidades	38
Tabla 4.3 Cronograma de las Fases del Proyecto	39
Tabla 4.4 Riesgos iniciales del Proyecto	40
Tabla 4.5 Supuestos para el escenario pesimista del flujo de caja	42
Tabla 4.6 Recursos Económicos	44
Tabla 5.1 Arquitectura CNN de enfermedades de plantas.....	60
Tabla 5.2 Comparativa de Modelos de clasificación CNN por Precisión	61

ÍNDICE DE FIGURAS

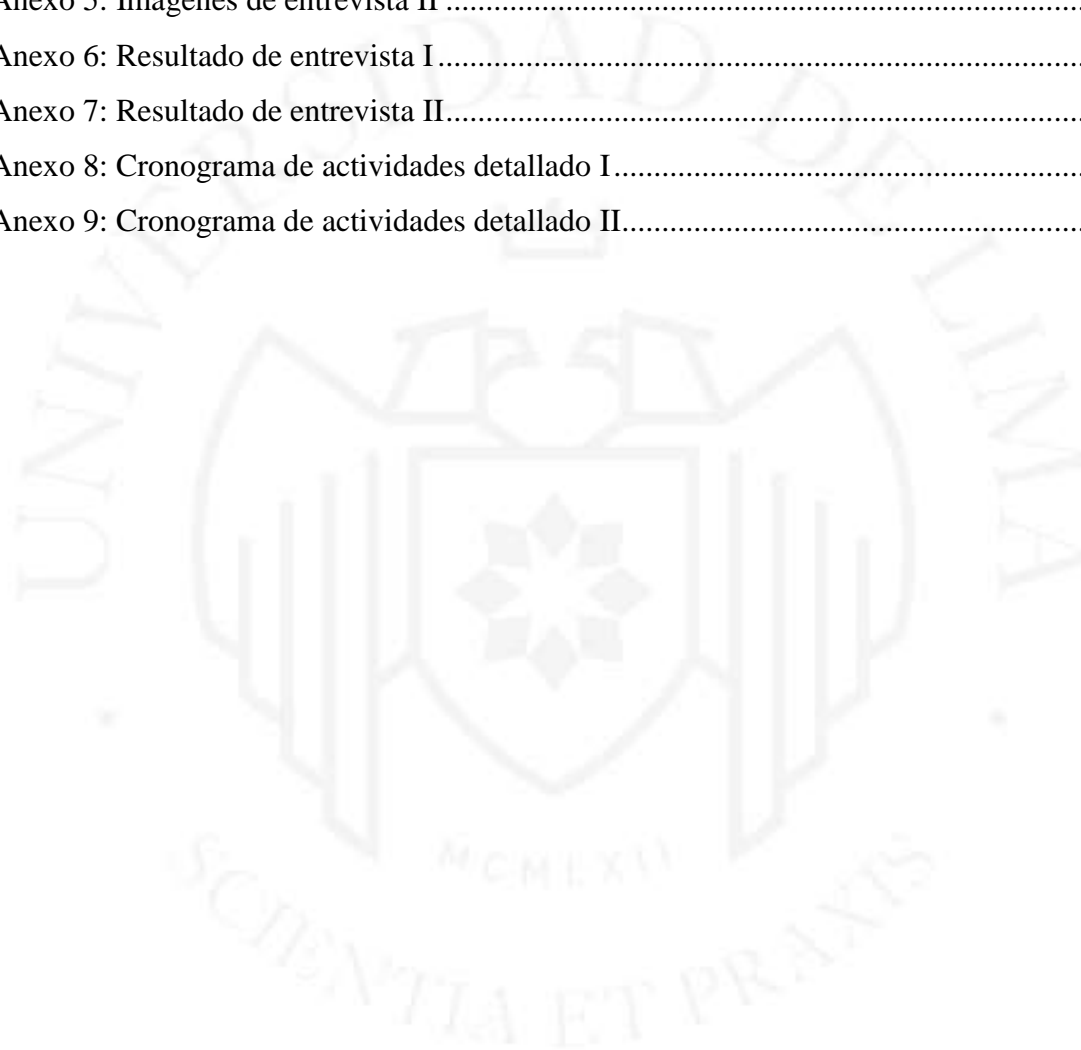
Figura 1.1 Evolución del Índice Mensual de la Producción Nacional.....	2
Figura 1.2 Productores que recibieron asistencia técnica, asesoría empresarial y/o capacitación	3
Figura 1.3 Ingenieros colegiados por Carreras y por Sedes	4
Figura 1.4 Variación del Sector Agrario.....	6
Figura 1.5 Matriz de Comparación de Características.....	10
Figura 2.1 Proceso de Producción del Maíz	13
Figura 2.2 Tizón en hojas de maíz.....	14
Figura 2.3 Roya Común.....	14
Figura 2.4 Mancha gris de la hoja del maíz.....	15
Figura 2.5 CNN Modelo Clasificación de una Cara.....	16
Figura 2.6 Matriz de convolución en una imagen	17
Figura 2.7 Visualización del output de la Capa de Agrupación	18
Figura 2.8 Suma de dos imágenes	19
Figura 2.9 Amplificación usando diferentes métodos de interpolación	19
Figura 2.10 Etapas del Design Thinking	22
Figura 3.1 Distribución socioeconómica de hogares	25
Figura 3.2 Características de los Niveles Socioeconómicos en el Perú.....	28
Figura 3.3 Buyer persona.....	32
Figura 4.1 Lean Business Model Canvas.....	37
Figura 5.1 Mapa de Empatía.....	46
Figura 5.2 Proposición de Valor	47
Figura 5.3 Proposición de Valor	48
Figura 5.4 Diagrama Arquitectura de implementación del Modelo Deep Learning	50
Figura 5.5 Prototipo de la solución - Pantalla login	51
Figura 5.6 Prototipo de la solución - Pantalla Menú	52
Figura 5.7 Prototipo de la solución – Empieza a detectar	53
Figura 5.8 Prototipo de la solución – Busca un tratamiento.....	54
Figura 5.9 Prototipo de la solución – Busca una tienda.....	55
Figura 5.10 Prototipo de la solución – MVP AgroMedic.....	56
Figura 5.11 Dataset de imágenes de planta del Maíz	57
Figura 5.12 Librerías importadas para la implementación	58
Figura 5.13 Función de conversión para la implementación	58
Figura 5.14 Código de lectura del almacenamiento de imágenes.....	59
Figura 5.15 Visualización de una muestra de imágenes de plantas de maíz	59
Figura 5.16 Código de división del conjunto de imágenes en train y test	60
Figura 5.17 Comparativa de Modelos de clasificación CNN por Dropout	61
Figura 5.18 Código de la arquitectura CNN utilizada para el modelo	62
Figura 5.19 Resultados de accuracy cada época de entrenamiento	62
Figura 5.20 Tendencia del historial de accuracy del modelo	63
Figura 5.21 Tendencia del historial de pérdida del modelo.....	63
Figura 5.22 Código de conversión del modelo en TFLite	64
Figura 5.23 Carga del modelo TFLite en AndroidStudio.....	64
Figura 5.24 Código Java autogenerado del modelo TFLite en AndroidStudio	65
Figura 5.25 Validación aleatoria de imágenes a la función predict.....	66

Figura 5.26 Resultados de la validación aleatoria de imágenes	67
Figura 5.27 Validación con carga de imágenes en el aplicativo móvil	68
Figura 5.28 Resultados de detección del Tizón de la hoja en el aplicativo móvil.....	69
Figura 5.29 Resultados de detección de la Roya Común en el aplicativo móvil.....	70
Figura 5.30 Resultados de detección de la mancha gris de la hoja en el aplicativo móvil	71
Figura 5.31 Resultados de detección de un maíz saludable en el aplicativo móvil.....	72



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa de actores	83
Anexo 2: Preparación de entrevista	84
Anexo 3: Entrevista - formulario de preguntas.....	85
Anexo 4: Imágenes de entrevista I.....	87
Anexo 5: Imágenes de entrevista II	88
Anexo 6: Resultado de entrevista I.....	89
Anexo 7: Resultado de entrevista II.....	90
Anexo 8: Cronograma de actividades detallado I.....	91
Anexo 9: Cronograma de actividades detallado II.....	92



RESUMEN

La agricultura a nivel mundial se enfrenta a múltiples retos: tiene que producir más alimentos a fin de alimentar a una población creciente, adoptar métodos de producción más eficaces y sostenibles. Este es un sector importante de la economía del Perú, representa el 3.7 % del PBI. Sin embargo; solo el 10% de los productores reciben apoyo técnico o capacitación.

Adicionalmente, hay una falta de ingenieros agrónomos en las provincias, por lo cual no es posible que puedan cubrir las necesidades y apoyo en la detección a tiempo de enfermedades en sus cultivos, por eso nuestro proyecto surge a partir de la falta de iniciativas tecnológicas en el sector agrario.

Se realizó un análisis de mercado en el distrito de San Jerónimo de Tunán, que nos dio como resultado la carencia de apoyo económico y capacitaciones agrarias en los pequeños agricultores del maíz.

Se aplicó la Metodología Design Thinking, en la primera etapa se empatizó con el agricultor a través de entrevistas, luego se realizó los filtros para encontrar patrones en común, en la tercera etapa surgieron nuevas ideas de solución, por último, se realizó el MVP lo cual nos permitió la detección en tres tipos de plagas y/o enfermedades del maíz

La implementación de la solución se ha basado en el algoritmo de Redes Neuronales Convolucionales; considerando las siguientes enfermedades y/o plagas; tizón de la hoja, roya común y mancha gris de la hoja.

Parte del proceso de validación del prototipo se realizó con distintas pruebas, desde valores aleatorios de imágenes hasta capturas reales con un dispositivo móvil Android; logrando resultados del 91,82 % de precisión en las pruebas de validación. Por consiguiente, los beneficiarios de la solución, pudieron utilizar esta herramienta demostrando su facilidad de uso y realizando detecciones de las enfermedades mencionadas en sus cultivos del maíz.

Palabras clave: Agricultura, Detección de plagas, Tratamiento de plagas, Agroquímicos, Design thinking, Redes neuronales convolucionales, Aplicaciones móviles