

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE  
DIOS

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA



“APLICATIVO MOVIL PARA LA DETECCION DE LA  
ENFERMEDAD DEL MOSAICO COMÚN EN LA YUCA  
(*MANIHOT ESCULENTA*) UTILIZANDO REDES  
NEURONALES CONVOLUCIONALES, 2021”

**TESIS PRESENTADO POR:**

DIAZ HOLGADO, Romario

VILCAS VILLALBA, Denis Ricardo

Para optar el título de Ingeniería en  
Sistemas e Informática.

**ASESOR:** Dr. MIRANDA CASTILLO,  
Ralph

**CO-ASESOR:** Dr. HOLGADO  
APAZA, Luis Alberto.

Puerto Maldonado, 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE  
DIOS

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA



“APLICATIVO MOVIL PARA LA DETECCION DE LA  
ENFERMEDAD DEL MOSAICO COMÚN EN LA YUCA  
(*MANIHOT ESCULENTA*) UTILIZANDO REDES  
NEURONALES CONVOLUCIONALES, 2021”

**TESIS PRESENTADO POR:**

DIAZ HOLGADO, Romario

VILCAS VILLALBA, Denis Ricardo

Para optar el título de Ingeniería en  
Sistemas e Informática.

**ASESOR:** Dr. MIRANDA CASTILLO,  
Ralph

**CO-ASESOR:** Dr. HOLGADO  
APAZA, Luis Alberto.

Puerto Maldonado, 2021

1. CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION:	1
1.1. Planteamiento del problema:	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema principal	3
1.2.2. Problemas específicos:	3
1.3. Objetivos:	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos:	3
1.4. Justificación.	4
1.4.1. Justificación Teórica	4
1.4.2. Justificación Práctica	4
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis General	4
1.5.2. Hipótesis Específicas.	5
1.6. Variables	5
1.6.1. Dependiente:	5
1.6.2. Interviniente:	5
1.6.3. Independiente:	5
1.6.4. Operacionalización de Variables.	5
1.7. Consideraciones éticas:	6
CAPITULO II: MARCO TEORICO.	7
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	7
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	7
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	9
2.1.3 ANTECEDENTES REGIONALES	11
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1. Detección de la enfermedad del mosaico en la yuca (Variable Dependiente)	12
2.2.2. Red Neuronal Convolutacional (Variable interviniente)	22
2.2.3. Aplicativo móvil (Variable Independiente)	29
2.3. DEFINICION DE TERMINOS	47
3. METODOLOGIA DE INVESTIGACION	49
3.1. Tipo de Investigación	49
3.2. Diseño de la Investigación	50
3.3. Población y Muestra	50
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.	51

3.4.1. Métodos y técnicas.....	51
3.4.2. Instrumentos .....	52
RECURSOS Y PRESUPUESTO .....	52
PRESUPUESTO .....	53
CRONOGRAMA DE EJECUCION.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:.....	55
ANEXOS.....	62

## ANEXOS

<b>ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>63</b>
---------------------------------------------	-----------

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>6</b>
<b>TABLA 2: FASES DE DESARROLLO Y PRINCIPIOS XP.....</b>	<b>40</b>
<b>TABLA 3: EJEMPLO DE HISTORIA DE USUARIO .....</b>	<b>42</b>
<b>TABLA 4: EJEMPLO DE TARJETA CRC .....</b>	<b>44</b>
<b>TABLA 5: EJEMPLO DE CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>TABLA 6: DATASET DE IMÁGENES DE LAS HOJAS DE LAS YUCAS UTILIZADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>TABLA 7: RECURSOS DE HARDWARE .....</b>	<b>52</b>
<b>TABLA 8: MATERIALES DE OFICINA .....</b>	<b>53</b>
<b>TABLA 9: PRESUPUESTO .....</b>	<b>53</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> VARIACIÓN EN EL NÚMERO Y ÁNGULO DE.....	13
<b>FIGURA 2:</b> YUCA - QUÉ ES, PROPIEDADES, BENEFICIOS, ORIGEN, TIPOS, CARACTERÍSTICAS (F. LEYVA, 2019).....	14
<b>FIGURA 3:</b> COMPONENTES DEL SISTEMA RADICAL DE LA YUCA (CEBALLOS Y DE LA CRUZ, 2002). ..	14
<b>FIGURA 4:</b> PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS QUE CONSTITUYEN EL ALMIDÓN (CEBALLOS Y DE LA CRUZ, 2002). ..	16
<b>FIGURA 5:</b> FOTOSÍNTESIS DE LA YUCA EN RESPUESTA DEL CO <sub>2</sub> DE LA CAVIDAD SUBESTOMÁTICA, COMPARADA CON OTRAS ESPECIES C <sub>3</sub> Y C <sub>4</sub> (MEJÍA DE TAFUR, 2002).....	17
<b>FIGURA 6:</b> TIPOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (ROUHIAINEN, 2018).....	23
<b>FIGURA 7:</b> APRENDIZAJE SUPERVISADO: UN SENCILLO CLASIFICADOR LINEAL ES CAPAZ DE SEPARAR A LA PERFECCIÓN DOS CLASES DIFERENTES (CÍRCULOS ROJOS Y ROMBOS AZULES) SIEMPRE QUE LAS CLASES SEAN LINEALMENTE SEPARABLES. UNA LÍNEA RECTA, HIPERPLANO EN EL CASO GENERAL, DEFINE LA FRONTERA DE DECISIÓN ENTRE LAS DOS CLASES (BERZAL, 2018). ..	24
<b>FIGURA 8:</b> EL DEEP LEARNING COMO UN SUBCONJUNTO DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO, QUE A SU VEZ ES UNA DE LAS DISCIPLINAS ENGLOBADAS DENTRO DEL CAMPO DE LA INFORMÁTICA CONOCIDO COMO INTELIGENCIA ARTIFICIAL (BERZAL, 2018).....	25
<b>FIGURA 9:</b> MAPPING FROM A LINEAR MODEL WITH ONE INPUT TO .....	27
<b>FIGURA 10:</b> HIGHLIGHTING EACH SET OF CORRELATED PIXELS ALONG WITH THEIR WEIGHTS AS A MATRIX (GAD, 2018).....	28
<b>FIGURA 11:</b> PROCESO DE DISEÑO (CUELLO Y VITTONI, 2013) .....	31

## 1. CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION:

### 1.1. Planteamiento del problema:

La yuca, al igual que el maíz, la caña de azúcar y el arroz, es una de las fuentes de energía más relevantes en las regiones tropicales del mundo. Sus virtudes fueron reconocidas de manera casi inmediata por los primeros viajeros europeos que lo distribuyeron por distintas colonias por los países de África y Asia (Ceballos, 2002).

Los productos y subproductos que se adquieren de la yuca, brindan un gran valor económico, este cultivo brinda notables ventajas tales como: la tolerancia a la sequía, la capacidad de producir en suelos degradados, la resistencia en cierta medida a las distintas plagas y enfermedades, la tolerancia a suelos ácidos y también la flexibilidad en el momento de la plantación y cosecha (Ceballos, 2002).

La yuca es atacada por diferentes enfermedades fungosas y bacterianas, las cuales, su distribución geográfica e impacto económico varían considerablemente. Las enfermedades responsables de causar manchas foliares, necrosamiento en el tallo y pudriciones drásticas se presentan con mayor frecuencia (ALVAREZ y LLANO, 2002).

Una investigación que fue patrocinada por el INIA (*Institución Nacional de Innovación Agraria*), a través del PNIA (*Programa Nacional de Innovación Agraria*) arrojaron resultados donde evidenciaron la presencia de 5 virus en diferentes porcentajes, teniendo el virus del mosaico común mayor presencia. Los cultivos de Yuca que son infectados generan pérdidas económicas a los agricultores que se encuentran en regiones del país como Amazonas, Madre de Dios, San Martín, Pasco, Junín y La Libertad («Investigación del INIA identifica cinco virus que atacan a la yuca. | Gobierno del Perú» 2021).

Hoy en día vivimos en una época en la que la tecnología está avanzando a pasos agigantados, teniendo a nuestra disposición cada vez más, nuevos modelos inteligentes que tienen el propósito de realizar diferentes tipos de actividades y generando un cambio de mejora, incrementando así la

productividad de los negocios, reduciendo tiempos de ejecución de procesos, eliminando y/o sustituyendo tareas o incorporando nuevas funcionalidades que dan un valor agregado a un proceso ya existente (Ramos Diaz, 2020). Casi todos los problemas que el humano tiene en gran medida se pueden abordar usando datos y la inteligencia artificial (IA). Sin embargo, históricamente, ha sido casi imposible, esto se debe a la falta de referencias y a la falta de enlaces que hagan posible el análisis de datos (RODRIGUES, 2018).

Una de las tecnologías que ha causado un alto impacto en estos últimos años es la Visión Artificial, donde el procesamiento de las imágenes y videos nos han permitido la visualización de enormes cantidades de datos en Internet (Alvear, 2017).

Si existe un tipo especial de Red Neuronal Artificial que marca una gran diferencia en el procesamiento de señales, son las Redes Convolutivas. El éxito de las Redes Convolutivas para la resolución de problemas de Visión Artificial (que hasta hace poco se consideraban intratables), ha servido para dar paso a la moda de las redes neuronales en Inteligencia Artificial (Berzal, 2018).

La estimación total de descargas de aplicativos móviles a nivel mundial es de aproximadamente 197 billones en el 2016, y que se ha previsto, que para este 2021, llegaría a los 353 billones de descargas y que para un periodo de 4 años en adelante las descargas se incrementaran en casi 80% (Flores Fuentes, Pedraza Maquera y Vargas Ore, 2020). Esto hace a las aplicaciones móviles el candidato perfecto para cualquier proyecto debido a su accesibilidad

Utilizando las Redes Neuronales Convolutivas integrado a una aplicación móvil podemos obtener una mayor certeza en la detección de las enfermedades de la yuca, esto mediante patrones que presentan sus hojas enfermas. Si este virus no es detectado a tiempo, puede propagarse haciendo que el agricultor pierda grandes cantidades de dinero. En la actualidad los agricultores carecen de la pericia para detectar estos patrones a tiempo en



sus cultivos, generando así la necesidad de una herramienta de apoyo para la detección de estas enfermedades.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema principal**

¿Con que precisión un modelo de Red Neuronal Convolutacional integrada a una aplicación móvil detectará la enfermedad del mosaico común a través de las hojas en la yuca (*Manihot Esculenta*)?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

- ¿Cuál es la arquitectura de Red Neuronal Convolutacional óptima con las mejores métricas de desempeño para la clasificación de imágenes de las hojas enfermas de la planta de la yuca (*Manihot Esculenta*) con respecto de las sanas?
- ¿En qué medida el aplicativo móvil es adecuado para la detección de la enfermedad del mosaico a través de las hojas de la yuca (*Manihot Esculenta*)?

## **1.3. Objetivos:**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar con que precisión un modelo de Red Neuronal Convolutacional integrada a una aplicación móvil detectará la enfermedad del mosaico común a través de las hojas en la yuca (*Manihot Esculenta*).

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Determinar la arquitectura de Red Neuronal Convolutacional óptima con las mejores métricas de desempeño para la clasificación de imágenes de las hojas enfermas de la planta de la yuca (*Manihot Esculenta*) con respecto de las sanas.
- Determinar en qué medida el aplicativo móvil es adecuado para la detección de la enfermedad del mosaico a través de las hojas de la yuca (*Manihot Esculenta*).

## **1.4. Justificación.**

### **1.4.1. Justificación Teórica.**

Los aportes teóricos para el estudio son directos, puesto que propone una solución tecnológica que alinea la inteligencia artificial con la industria de cultivos de alimentos (Ramos Diaz, 2020).

Este alineamiento tiene que ver con la detección de la enfermedad del mosaico a través un modelo de Red Neuronal Convolucional integrado a una aplicación móvil en la yuca (*Manihot Esculenta*) a través de las características que presentan las hojas infectadas, dando así el primer paso a la integración de Inteligencia artificial no solo en el área de la agricultura, sino que en muchas otras áreas donde se pueda optimizar la calidad y la eficiencia en los procesos de actividades agrónomas de la ciudad de Madre de Dios.

### **1.4.2. Justificación Práctica.**

Se realizo esta investigación por que existe la necesidad de mejorar el proceso y la eficiencia en la detección de enfermedades en los cultivos de yuca (*Manihot Esculenta*), logrando así mejorar las condiciones de trabajo, brindando una mayor precisión reduciendo así los errores humanos en la detección de enfermedades de los cultivos. Con este proyecto se fomentará a la integración de nuevas tecnologías no solo en el área agraria, sino que también en todas las tengan necesidad de automatización.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General**

H<sub>0</sub>: El modelo de Red Neuronal Convolucional integrado a una aplicación móvil no es eficiente en la detección de la enfermedad del mosaico común en la yuca (*Manihot Esculenta*).

H<sub>1</sub>: El modelo de Red Neuronal Convolutiva integrado a una aplicación móvil es eficiente en la detección de la enfermedad del mosaico común en la yuca (*Manihot Esculenta*).

### 1.5.2. Hipótesis Específicas.

- Es posible encontrar una arquitectura de Red Neuronal Convolutiva óptima para la clasificación de imágenes de las hojas enfermas de la planta de la yuca (*Manihot Esculenta*) con respecto de las sanas.
- El aplicativo móvil es adecuado para la detección de la enfermedad del mosaico a través de las hojas de la yuca (*Manihot Esculenta*)

## 1.6. Variables

### 1.6.1. Dependiente:

Detección de la enfermedad del mosaico común.

### 1.6.2. Interviniente:

Modelo de Red Neuronal.

### 1.6.3. Independiente:

Aplicativo móvil.

### 1.6.4. Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Dependiente:</b>  Detección de la enfermedad del mosaico común.	Proceso mediante el cual se determina si la planta de la yuca	Enfermedad	Manchas foliares	Nominal (0-1)

	presenta la enfermedad del mosaico			
<b>Interviniente:</b>  Modelo de Red Neuronal Convolutacional.	Red Neuronal creada pensando en cómo funciona el cerebro humano, son capaces de aprender en diferentes niveles de abstracción.	Eficacia de la red	Perdida (Loss)  Exactitud (Accuracy)	Ordinal (0% - 100%)  Ordinal (0% - 100%)
<b>Independiente:</b>  Aplicativo Móvil	Aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil que puede ser un teléfono móvil o tableta.	Calidad del Software	Funcionalidad  Usabilidad  Eficiencia  Portabilidad	Ordinal (1-5)  Ordinal (1-5)  Ordinal (1-5)  Ordinal (1-5)

**Tabla 1:** Operacionalización de variables.

### 1.7. Consideraciones éticas:

El proceso y ejecución del proyecto de tesis “Detección de la enfermedad del mosaico común en la yuca (Manihot Esculenta) a través de un modelo de red neuronal convolutacional integrada a una aplicación móvil” se llevó a cabo debidamente con la autorización de los agricultores que son dueños de las plantaciones de yuca, para la extracción de datos tanto antes como después del estudio realizado.

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO.**

### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

(FUENTES PLAZA, 2021) De la Universidad de Concepción, Chile, con su tesis para obtener el grado de Magíster en Ingeniería industrial: “Visión por computador para el manejo de plagas y enfermedades en cultivos de papa”. En la presente investigación se hace el uso de aprendizaje profundo con modelos de redes neuronales convolucionales (CNN), teniendo como objetivo principal generar clasificadores de alta precisión entre distintos tipos de enfermedades en cultivos de papa. Para construir estos modelos se utilizó la técnica de transferencia de aprendizaje, entrenando las arquitecturas de las redes VGG16 y DenseNet201. Se recolecto un conjunto de datos de dos centros: PlantVillage y Fruit360. Con respecto al centro PlantVillage se obtuvo un conjunto de datos con 1216 imágenes para la categoría sana, 1000 imágenes para la categoría tizón temprano y 1000 imágenes para la categoría tizón tardío, mientras que del centro Fruit360 se obtuvo 1000 imágenes para la categoría sana, 1000 para la categoría sarna común y 800 para la categoría tizón tardío.

La presente investigación tiene como resultado de los modelos entrenados sobre los conjuntos de prueba de los dos diferentes centros de datos, con respecto al modelo VGG16 se obtuvieron un 94.7%, 92.2% y 91.1% de precisión de prueba. Los modelos mejores entrenados con la red DensetNet201 obtuvieron un 99.1%, 87.2% y un 93.9% de precisión de prueba. Por ello la presente investigación concluye que los modelos implementados a partir de las redes neuronales convolucionales, adaptados para clasificar enfermedades en cultivos de papa, presentan grandes resultados con precisiones superiores a 90% en todas las configuraciones experimentales.

(GARCÍA ALCALÁ, 2020) Del Instituto Tecnológico de Colima, México, con su tesis para obtener el grado de Maestro en Sistemas Computacionales: “Procesamiento digital de imágenes utilizando redes neuronales para identificar la sigatoka negra en el cultivo de plátano”: la presente investigación

tuvo como objetivo general identificar las fases de la Sigatoka Negra en el cultivo de plátano mediante el procesamiento de imágenes digitales. Se hizo uso de una red neuronal “new feed-forward”, el cual está conformada por una capa de entrada de nodos fuente y una capa de salidas neuronas, integrándolo en una aplicación de escritorio, en cuanto a la toma de imágenes se optó por utilizar una cámara digital Coolpix p9000 16 Megapíxeles CMOS. El modelo conceptual de la presente investigación está conformado por 3 módulos los cuales son: Módulo de captura, Módulo de procesamiento y Módulo de despliegue, en cuanto a la metodología de desarrollo el autor optó por la metodología RUP.

En la presente investigación se realizó 3 entrenamientos, el primero con un número de 100 imágenes clasificándolo en dos categorías, dando como resultado una efectividad del 100%. En el segundo entrenamiento, el autor optó por incrementar la cantidad de imágenes a 200 clasificándolo en 5 categorías, el resultado arrojó que dos de las categorías tuvieron una precisión de 6/10 y 7/0, el resto arrojaron una precisión del 100%. Por último, en el tercer entrenamiento, se optó por ingresar mayor cantidad de imágenes en las categorías que se obtuvo una baja precisión, incrementando a 340 imágenes dando como resultado una precisión en el diagnóstico del 100%.

(PEREYRA, 2020) De la Universidad Nacional De La Plata, con su tesis para obtener el grado de Licenciado en Sistemas: “Detección de enfermedades y plagas en cultivos mediante Machine Learning.” La cual tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma cloud de Machine Learning que posibilite, a través del entrenamiento de Redes Neuronales Convolucionales, la identificación de objetos en tiempo real a través de la cámara del teléfono celular. La presente tesis se centra en identificar las enfermedades de Oídio y Cladosporium en el tomate, para ellos se utilizó la cantidad de 146 imágenes. El autor optó por utilizar Jupyter Notebook, TensorFlow, TensorBoard, Google Drive para el almacenamiento del modelo y Android para el desarrollo de la aplicación. El trabajo de investigación concluye que la plataforma puede ser utilizada en la agricultura como una herramienta adicional para la detección

de enfermedades y plagas con la finalidad que pueda combatir y reducir las consecuencias.

(CASTRO SANDOVAL, 2019) Del Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario De Investigación Para El Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa, México, con su tesis para obtener el Grado de Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente: “Identificación de Citrus leprosis virus C en Citrus sinensis mediante redes neuronales convolucionales de imágenes digitales”. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general implementar un algoritmo que identifique la enfermedad de leprosis de cítricos CiLV-C utilizando imágenes digitales de hojas de naranja dulce, además de crear una base de datos. La base de datos se compuso de 2000 imágenes, seleccionando 1000 imágenes para el entrenamiento y 1000 imágenes para el testeo, para ello se utilizaron imágenes de fondo blanco. Para medir el desempeño del sistema se utilizaron las siguientes medidas de precisión: sensibilidad, especificidad y precisión. El trabajo de investigación concluye que el porcentaje de precisión alcanzado por el sistema es de 98%, lo que lo hace un sistema confiable para la detección de CiLV-C. El investigador plantea como futuro trabajo de investigación crear una nueva base de datos con imágenes que hayan sido capturadas en campo.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

(Castro Alvarez, 2015) De la Universidad Nacional de Moquegua, con su tesis para obtener el título de Ingeniero de Sistemas e Informática: “Aplicación de algoritmos inteligentes para reconocimiento automático de enfermedades foliares de cultivo de palta”. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general la determinación del algoritmo más eficaz para el reconocimiento de imágenes en la enfermedad foliar de la palta. La tesis está dividida en 5 capítulos, el primero contiene los datos generales de la investigación; el segundo contiene la definición del proyecto y los objetivos de la tesis; el tercero presenta los conceptos básicos y elementos de los algoritmos de Naive Bayes, Random Forest, Redes Neuronales y las Máquinas de Soporte Vectorial (SVMs); el cuarto capítulo contiene el marco metodológico, la presente tesis es de tipo aplicativo y diseño experimental,

con una población conformada por la totalidad de los cultivos de plata en la región Moquegua, y una muestra de 384 frutos de palta; En el quinto capítulo se presentan los resultados mediante la matriz de confusión, con respecto a la exactitud (Accuracy) se muestra lo siguiente: Máquina de Soporte Vectorial con 96 %, Redes neuronales 95 %, Random Forest 93 % y Naive Bayes 89 %. Y finalmente la tesis concluye que el algoritmo inteligente Máquina de Soporte Vectorial es el más eficaz en reconocimiento de imágenes de la enfermedad foliar más potencial de palta.

(CUYA MARZAL y RAMOS LUGO, 2020) De la Universidad de Lima, con su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de sistemas: “Sistema de control de calidad utilizando redes neuronales para la clasificación del estado de la granadilla”. La presente investigación tiene como objetivo general automatizar el proceso de control de calidad logrando una reducción del 5% de frutas que no cumplan estándares del negocio y la reducción del tiempo en 10%. El presente trabajo de investigación está dividido en 5 capítulos. El capítulo 1 contiene una breve introducción, el capítulo 2 y 3 abarcan los conceptos y fundamentos teóricos y fundamentos del proyecto presente, el capítulo 4 contiene toda la información de la investigación y por último el capítulo 5 abarca la etapa del desarrollo y ejecución. El presente trabajo de investigación plantea el uso de una banda transportadora apoyada con una cámara web interconectada capaz de enviar las capturas de imágenes de manera inalámbrica a un ordenador. Se utilizó un dataset entre 600 a 1000 imágenes de frutas.

Por último, la presente tesis concluye que se ha clasificado perfectamente 194 de 194 granadillas válidas con un 100% de efectividad. Mientras que 241 de 249 granadillas inválidas con un 96.79% de efectividad. Por lo que el modelo consigue una precisión total del 97.97%.

(Ramos Diaz, 2020) De la universidad Peruana Unión, con su tesis para obtener el título de Ingeniero de Sistemas: “Algoritmo integrado con Inteligencia Artificial apoyado en mano robótica para el reconocimiento de la madurez del tomate”: la tesis tiene como objetivo general: Determinar la eficacia del algoritmo integrado con inteligencia artificial apoyado en mano



robótica en el reconocimiento de la madurez del tomate, utilizando 4 variables numéricas independientes como: Humedad, temperatura, luminosidad y color. El tipo de investigación es aplicada, una población conformada y una muestra de dos grupos de fruto de tomate, el primer grupo conformado por 12 tomates y el segundo representado por 11 tomates los cuales fueron sometidos por ciertos criterios de evaluación.

La presente investigación concluye que la eficacia del algoritmo integrado con inteligencia artificial tiene una efectividad del 93.75 % y con un error de 6.25 %. Además, se determinó el impacto en el reconocimiento, los cuales son: Humedad 0.11 %, temperatura 5.7273 %, iluminación 43.5411 % y por último el color con un resultado del 50.6208 %.

### **2.1.3 ANTECEDENTES REGIONALES**

(SENASA, 2020) en el artículo “Madre de Dios: MINAGRI articuló acciones para controlar plagas en cultivos de Yuca” informa que toma acciones contra la plaga *Erinnyis Elio* (gusano cachón) en los cultivos de yuca de la Comunidad Nativa Infierno. En dicho artículo informa que tiene como objetivo reducir el nivel poblacional de la plaga en 07 hectáreas afectadas, para ello los especialistas realizaron capacitaciones a los productores y personal de protección. Se destacó la importancia de no usar excesivamente plaguicidas para el control de la plaga, ya que estos provocan desequilibrios en el agro sistema. Por último, el artículo concluye que el control oportuno es vital para evitar el deterioro del cultivo.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Detección de la enfermedad del mosaico en la yuca (Variable Dependiente)

#### Yuca

La yuca, o mejor conocido por su nombre científico *Manihot Esculenta Crantz* es una planta que se adapta muy bien, puede llegar a crecer desde suelos que se encuentran al nivel del mar hasta suelos con 1500 msnm, esto es posible ya que esta planta es resistente a las sequias y esto la hace que pueda crecer en zonas muy áridas (Karl, 1970).

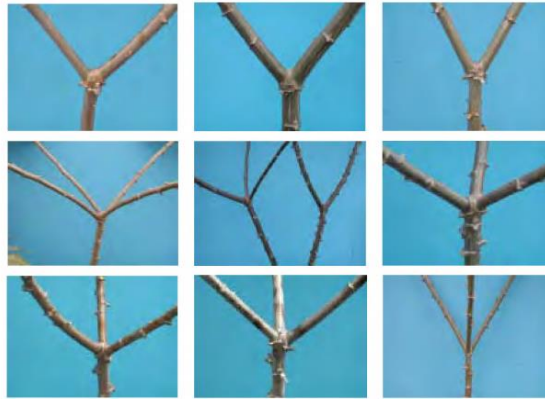
El cultivo de la yuca es considerado uno de los cultivos tropicales con mayor consumo a nivel mundial. En Perú, según el Ministerio de Agricultura y Riego, La yuca es el séptimo cultivo más sembrado estando por arriba del camote, el área de siembra de la yuca en el Perú es de aproximadamente 123 197 ha (Morales et al., 2018).

#### Morfología

“La yuca es un arbusto perenne. Es monoica, de ramificación simpodial y con variaciones en la altura de la planta que oscilan entre 1 y 5m, aunque la altura máxima generalmente no excede los 3m” (Ceballos y de la Cruz, 2002).

#### El tallo

Los tallos de la planta de la yuca están compuestos por la sucesión de nudos y entrenudos. El tallo en estado de madurez tiene una forma cilíndrica, y su grosor varía entre 2 a 6 cm. Hay 3 colores básicos observables en un tallo maduro, estos son gris-plateado, morado y amarillo. Tanto el grosor como el color del tallo varían de manera drástica conforme la planta llegue a una edad avanzada, y por supuesto conforme a la variedad (Ceballos y de la Cruz, 2002).



**Figura 1:** Variación en el número y ángulo de ramificación de la yuca (Ceballos y de la Cruz, 2002).

## Las hojas

“Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el peciolo. La lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada” (Ceballos y de la Cruz, 2002).

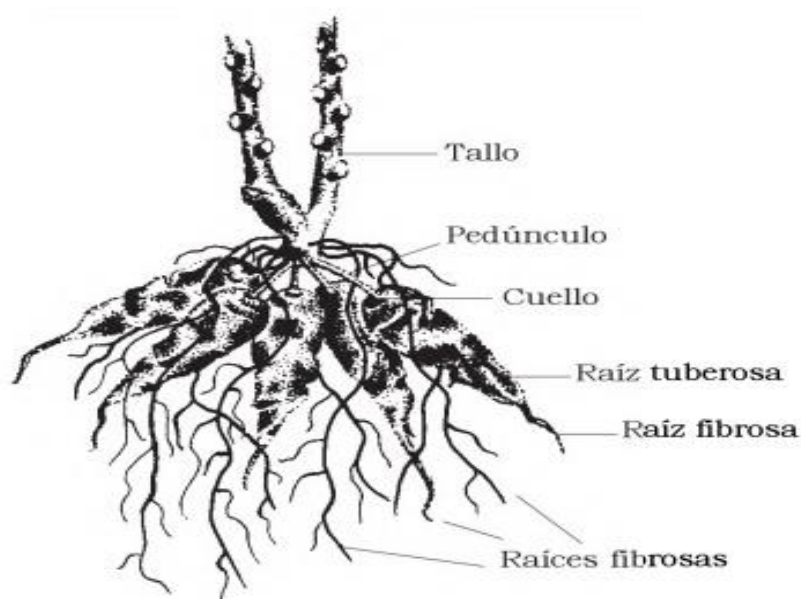
Las dimensiones de las hojas en la yuca es una propiedad representativa de cada cultivar, aunque claro, esto depende también de las condiciones ambientales en los que se encuentren los cultivos. Las hojas más jóvenes, de entre 3 a 4 meses de vida tienen mayor volumen que las hojas que son producidas luego del cuarto mes. El color de las hojas al igual que el tallo varía con el tiempo de vida y la madurez de la planta. Estas pueden variar desde púrpura, verde oscuro y verde claro (Ceballos y de la Cruz, 2002).



**Figura 2:** Yuca - Qué es, Propiedades, Beneficios, Origen, Tipos, Características (F. LEYVA, 2019).

### La raíz

Una de las propiedades principales de las raíces de la planta de la yuca, es que esta tiene una capacidad muy grande de almacenar almidones. El sistema radical de la yuca tiene muy pocas raíces, pero la penetración de estas se extiende de manera profunda, esto en particular hace que la planta sea tan resistente a las sequías. Las raíces fibrosas que posee la yuca pueden llegar a medir 2.5 metros de profundidad (Ceballos y de la Cruz, 2002).



**Figura 3:** Componentes del Sistema radical de la yuca (Ceballos y de la Cruz, 2002).

### Beneficios

**Energía:** La yuca es esencial para las personas que realizan actividades del día a día demasiado extenuantes y que demandan demasiado esfuerzo físico, esto es debido a que por cada 100 gramos de yuca que no esté cocinada tiene 38 gramos de carbohidratos y aproximadamente 160 calorías (F. LEYVA, 2019).

**Salud de los huesos y dientes:** Esto se debe a que la yuca contiene calcio y vitamina k. El calcio es el mineral que ayuda a los huesos y a los dientes a mantenerse saludables, por otra parte, la vitamina k, ayuda a potenciar la edificación de la masa ósea al impulsar su actividad osteotrófica (F. LEYVA, 2019).

**Colesterol en la sangre:** La yuca tiene gran impacto en la disminución del colesterol en el ser humano, esto lo demostró un estudio que se llevó a cabo en Filipinas, en este estudio se observó el efecto que tiene la yuca en la reducción del colesterol, esto gracias a que disminuye los niveles de triglicéridos debido a su fibra dietética, y a que contiene una buena cantidad de saponinas y fitoquímicos (F. LEYVA, 2019).

**Presión arterial:** La yuca contiene aproximadamente 271 mg de potasio por 100g lo que hace que sea un excelente alimento para regular la repetición cardiaca, así como la presión arterial. Esto sucede porque el potasio es un elemento clave de los fluidos corporales y celulares (F. LEYVA, 2019).

### **Almidón de Yuca y sus Propiedades**

Uno de los constituyentes más distinguibles de la yuca y de los tubérculos en general, es el almidón. El almidón es aprovechado mayormente como coadyuvante de emulsificantes. Es también un surtidor de carbohidratos que son fermentados y pueden servir como agente texturizante (Arévalo, 2011).

“Las principales propiedades físico-químicas de un almidón son: Composición proximal, características del grano (tamaño y forma), naturaleza cristalina, peso molecular, poder de hinchamiento, solubilidad, contenido relativo de amilosa y características de la pasta que produce” (Ceballos y de la Cruz, 2002).

Propiedad	Amilosa	Amilopectina
Peso molecular	$1-2 \times 10^5$	$>2 \times 10^7$
Grado de polimerización	990	7200
Ligamientos glicosídicos	$\alpha$ -D (1 $\rightarrow$ 4)	$\alpha$ -D (1 $\rightarrow$ 6)
Estructura molecular	Básicamente lineal	Muy ramificada
Susceptible a la retrogradación	Alta	Baja
Afinidad con el yodo	20.1 g/100 g	1.1 g/100 g

**Figura 4:** Propiedades de los polímeros que constituyen el almidón (Ceballos y de la Cruz, 2002).

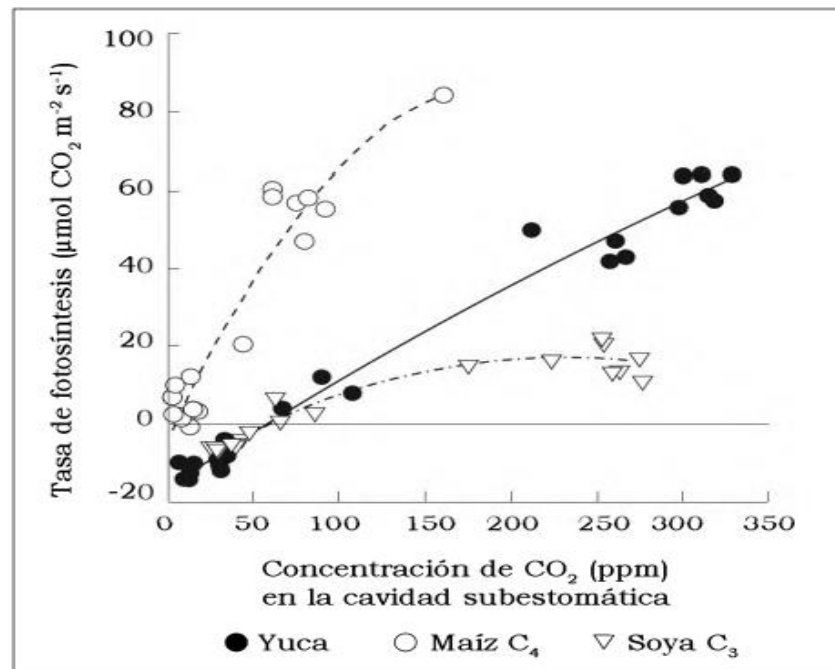
## Fisiología

### Fotosíntesis:

La planta de la yuca, adapta su eficiencia fotosintética a distintos factores, como, por ejemplo: a la magnitud límite de luz, al principio y cierre de estomas, al estado fisiológico, a la temperatura y a factores genéticos. La asimilación pura de CO<sub>2</sub> de la fotosíntesis es igual a la tasa de fijación de CO<sub>2</sub> menos pérdida de CO<sub>2</sub> por fotorrespiración.

Las especies que poseen elevadas tasas de fotosíntesis, son las que pertenecen a la categoría C<sub>4</sub>, en cambio las que pertenecen a la categoría C<sub>3</sub> tienen tasas de fotosíntesis más pequeñas. Las hojas de la yuca, por otro lado, tiene una tasa de fotosíntesis

parcialmente elevada, además que poseen variaciones en su capacidad fotosintética (MEJÍA DE TAFUR, 2002).



**Figura 5:** Fotosíntesis de la yuca en respuesta del  $\text{CO}_2$  de la cavidad subestomática, comparada con otras especies  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  (MEJÍA DE TAFUR, 2002).

### Índice de Área Foliar (IAF)

El IAF (Índice de Área Foliar) de la planta junto con la distribución de biomasa total en la cosecha final, determina el progreso y crecimiento de la planta. En la planta de la yuca, el IAF (Índice de Área Foliar) se encuentra entre 4 y 8, esto depende más que todo de las condiciones atmosféricas, y del cultivo (MEJÍA DE TAFUR, 2002).

En los periodos de sequía, la planta de la yuca atraviesa una disminución en su área foliar, esto se puede interpretar a que la planta está disminuyendo la pérdida de agua por transpiración (MEJÍA DE TAFUR, 2002).

### Potencial Hídrico de las Hojas

“El potencial hídrico de la hoja se define como la energía de masa de agua, con respecto al agua pura cuyo potencial es cero” (MEJÍA DE TAFUR, 2002).

La yuca mantiene su potencial Hídrico debido al cierre de las estomas, esto conlleva a una disminución de la conductancia estomática lo que permite que la planta pierda agua. El estrés hídrico cumple un papel importante en cuanto al potencial hídrico de la yuca, debido a que, si las hojas de la yuca sufren de estrés hídrico, afecta y varía el potencial hídrico de la planta (MEJÍA DE TAFUR, 2002).

## **Cultivo:**

### **Fase Inicial (El campo)**

Para empezar con el cultivo de yuca es aconsejable ocupar terrenos que relativamente nuevos, es decir, que no se haya sembrado yuca en 3 años seguidos, ya que, en estos suelos, existe probablemente un aumento de patógenos en el suelo y un descenso de las micorrizas, que son que son microorganismos benéficos (LOPEZ, 2002).

Es recomendable plantar las semillas en un suelo bueno con fertilidad natural. Si en caso no se cuenta con un suelo con fertilidad natural, es preferible hacer una fertilización completa. Es importante la fertilidad del suelo ya que influye radicalmente en la calidad y cantidad de la semilla trabajada (LOPEZ, 2002).

En circunstancias corrientes, para que el cultivo se pueda mantener exenta de malezas en toda su etapa vegetativa, es recomendable el empleo de un herbicida preemergente, esto, más una o dos desyerbas manuales, solucionarían el problema. El número de las jornadas aplicadas en las desyerbas manuales, dependen de las clases de malezas que existen en el suelo trabajado (LOPEZ, 2002).



## **Cosecha y Precosecha**

En teoría, para conseguir una nueva planta, solo se necesitaría un pedazo de tallo, con la altura suficiente para que pueda contener un nudo. Pero para que esta estaca que es corta, pueda germinar, es prácticamente imposible. Esto sucede porque la nueva planta va a evitar a toda costa la deshidratación, y para que lo logre se necesitaría mantener una buena humedad en el suelo de manera constante en las primeras semanas desde la culminación de la siembra (LOPEZ, 2002).

Para que se obtenga una buena producción de las raíces, de estacas, semillas frescas al momento de una próxima siembra, es necesario que las parcelas de las semillas se mantengan 12 meses en espera para su cosecha. Si por el contrario Se toma la decisión de efectuar la cosecha antes de 12 meses, la obtención de estacas podría disminuir drásticamente (LOPEZ, 2002).

## **Malezas**

Para el control de malezas de los cultivos de la yuca, como en cultivos distintos, existen varios métodos para que eliminar a las plantas que intentan invadir nuestros cultivos, entre ellos tenemos, el Control Cultural: que son agrupaciones de prácticas que hace que el cultivo de la yuca sea más competitivo al momento de defender su territorio, para ello es necesario utilizar “semillas” o estacas de muy buena calidad, y un constante monitoreo de los cultivos. El Control Manual: Que es necesario deshierbar el cultivo manualmente con los implementos necesarios, este método se utiliza frecuentemente en plantaciones pequeñas, y cuando hay disponible mano de obra para realizar la tarea. El control mecánico: Que es una mezcla de el control manual y el control químico, para este método se utilizan herramientas como cultivadoras, rotativas, o ganchos que pueden ser tirados por animales o tractores. El

Control Químico: Por último, el control químico consiste en la utilización de herbicidas que se encargan de evitar que crezcan malezas en los cultivos (CALLE, 2002).

## **Enfermedades en las hojas**

### **Manchas foliares incitadas por *Cercosporidium* spp:**

Este tipo de hongo de la especie *Cercosporidium*, aparecen más que todo en las épocas lluviosas, en determinadas áreas geográficas. Los hongos que pertenecen a las especies *Cercosporidium henningsii* Allescher y *Phaeoramularia manihotis*, son los más significativos debido a que es más severo en comparación de otros hongos (ALVAREZ y LLANO, 2002).

**Mancha parda de las hojas:** Esta enfermedad se ha detectado en las regiones de Asia, África, América del norte y América Latina, lo que la convierte en la enfermedad más relevante entre todas las enfermedades foliares, esta enfermedad tiene un rango más amplio de hospederos puesto que embiste naturalmente a la yuca (ALVAREZ y LLANO, 2002).

Los síntomas más evidentes que aparecen en la planta de la yuca son las manchas foliares en sus hojas, estas aparecen por ambos lados, en el haz se distinguen manchas marrones, y en el revés aparecen manchas color gris-oliváceo, estas manchas tienen entre 3 a 12 mm de diámetro y toman un aspecto angular e irregular (ALVAREZ y LLANO, 2002).

**Mancha blanca de la hoja:** También llamado por su nombre científico "*Phaeoramularia manihotis*", esta enfermedad ataca solamente a la planta de la yuca. Esta enfermedad provoca una considerable defoliación en la planta, se encuentra más que todo en zonas húmedas de Asia, América Latina y América del Norte. Las manchas que provocan esta enfermedad, son muy similares a las manchas provocadas por la enfermedad de la mancha parda, con la diferencia de que la mancha parda aparece en

zonas yuqueras cálidas, y por el contrario la mancha blanca aparecen en zonas húmedas y frías (ALVAREZ y LLANO, 2002).

**Añublo bacteria:** Conocido también por su nombre científico “*Xanthomonas manihotis*”, se considera una enfermedad que ataca severamente a la producción de yuca, esta enfermedad puede generar pérdidas de hasta 100% en épocas lluviosas. Los síntomas que presentan las hojas infectadas por esta enfermedad son manchas y añubos foliares, estos síntomas normalmente aparecen de entre 11 a 13 días después de la infección (Ceballos y Domínguez, 1977).

### **Insectos y ácaros:**

**Gusano cachón:** Esta es una plaga de la familia *Sphingidae*, es también llamada por su nombre científico *Erinnyis ello* vive en los países de Argentina, Paraguay y Brasil extendiéndose hasta la cuenca del Caribe y el sureste de Estados Unidos. La causa de esta gran extensión que tuvo y tiene esta plaga se debe probablemente a su capacidad migratoria y a su adaptación climática. Estos gusanos son capaces de defoliar por completo la planta de la yuca, no importándole la edad de la planta, puesto que se alimentan principalmente de sus hojas (ARIAS V. et al., 2002).

**Termitas y comejenes:** Esta plaga hacen que las plantas entren en un estado de pudrición, esto se debe a que estas dañan las raíces. Las especies de termitas y comejenes más comunes en Latinoamérica, en el país de Colombia son *Heterotermes tenuis* y *Coptotermes niger*, estos se alimentan de las raíces o en muchos casos de plantas en crecimiento produciendo así condiciones de secamiento en la planta, o hasta causándoles la muerte (ARIAS V. et al., 2002).

## **Enfermedad del Mosaico en la Yuca**

La enfermedad del virus del mosaico de la yuca es una enfermedad importante que baja los rendimientos. Se la reconoce cuando las hojas de la yuca tengan manchas de color amarillo hasta verde claro.

**Enfermedad del mosaico africano:** Sus síntomas, al igual que otras variantes del mosaico, son similares en muchos aspectos. Las plantas más jóvenes presentan áreas cloróticas de color verde normal, también se hace evidente la deformación foliar y el tamaño de las hojas decrecen. Esta enfermedad es muy destructiva ya que toda estaca infectada genera también plantas enfermas (Ceballos y Domínguez, 1977).

**Enfermedad del Mosaico Común:** Esta enfermedad ha sido encontrada en las regiones de Brasil y Colombia y se ha ido extendiendo por países vecinos, llegando a afectar los cultivos en Perú. El síntoma principal de esta enfermedad es la clorosis de la lamina foliar, y los demás síntomas son muy similares al de la enfermedad del mosaico africano, sin embargo, todos estos síntomas pueden llegar a con ataques de trips en cultivares susceptibles.

### **2.2.2. Red Neuronal Convolutacional (Variable interviniente)**

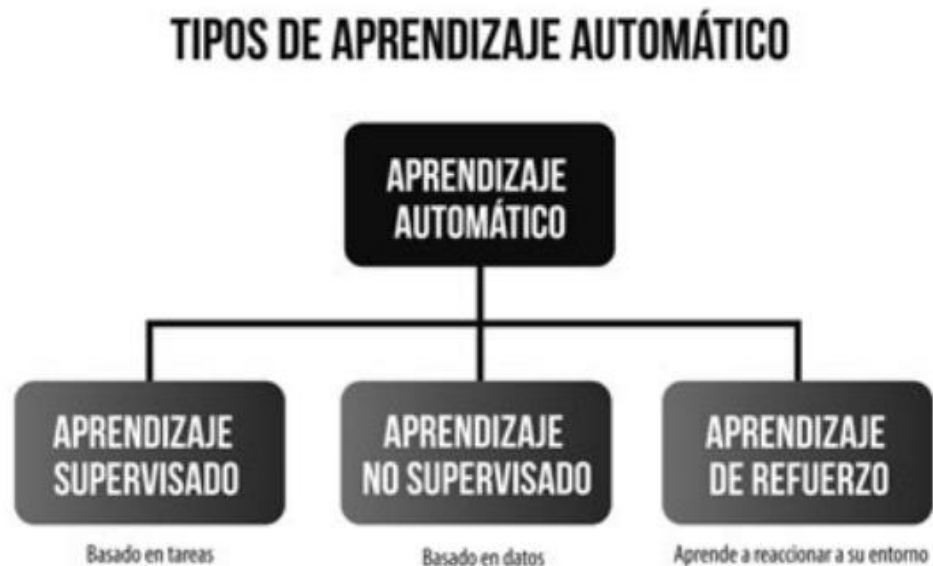
#### **Inteligencia Artificial:**

“Elaine Rich, de la Universidad de Texas en Austin define la Inteligencia Artificial como el estudio de cómo hacer que los ordenadores hagan cosas, que, por ahora, los humanos hacemos mejor” (Berzal, 2018).

#### **Aprendizaje Automático:**

También conocido por su nombre en inglés: *Machine Learning*, es un enfoque de la inteligencia artificial, que consiste en que los ordenadores o las

maquinas puedan tener la capacidad del aprender sin necesidad de ser programados, las aplicaciones más comunes que podemos encontrar son las sugerencias o predicciones en una situación dada de la vida real (Rouhiainen, 2018).

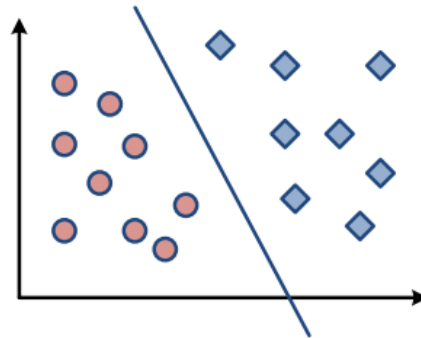


**Figura 6:**Tipos de aprendizaje automático (Rouhiainen, 2018).

### **Aprendizaje Supervisado:**

Este tipo de aprendizaje esta comúnmente asociado a problema de clasificación, estos son los problemas que son más estudiados en la Inteligencia artificial. Lo que hace un algoritmo de aprendizaje supervisado es crear un modelo de clasificación a partir de un conjunto de datos de entrada o denominados también datos de entrenamiento. Estos datos son ingresados por una persona (Berzal, 2018).

Lo que se logra con el aprendizaje supervisado es que se obtenga una descripción detallada de todos los atributos que están incluidos en el conjunto de datos de entrenamiento, y el modelo resultante del entrenamiento puede ser usado para clasificar nuevos ejemplos (Berzal, 2018).



**Figura 7:** Aprendizaje supervisado: Un sencillo clasificador lineal es capaz de separar a la perfección dos clases diferentes (círculos rojos y rombos azules) siempre que las clases sean linealmente separables. Una línea recta, hiperplano en el caso general, define la frontera de decisión entre las dos clases (Berzal, 2018).

### Métricas de evaluación del lenguaje:

**Precisión:** La precisión es la métrica más utilizada, nos indica el rendimiento del modelo, la precisión se puede denotar con la siguiente formula.

$$\text{precision} = \text{accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

o

$$\text{precision} = \text{accuracy} = 1 - \text{error}$$

donde:

**TP** = Verdaderos positivos

**TN** = Falsos positivos

**FP** = Falsos negativos

**FN** = Verdaderos negativos

**Tasa de error:** Podríamos definir la tasa de error como la pérdida esperada de nuestro modelo. Es posible hacer un conteo de los fallos del clasificador a través de una sencilla tasa de error.

$$\text{error} = \frac{FP + FN}{n} = \frac{\text{errores}}{n}$$

donde:

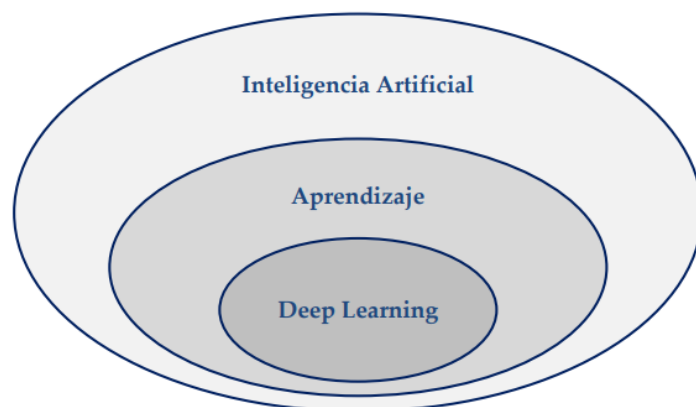
**FP** = Falsos negativos

**FN** = Verdaderos negativos

**n** = Números de ejemplos del conjunto de datos sobre el que se esté aplicando el modelo

## Aprendizaje profundo

Las redes neuronales que están bajo el termino paraguas del Aprendizaje profundo o *Deep Learning* en inglés, proporciona mecanismos los cuales hacen posible que una maquina u ordenador aprenda. Las técnicas de Aprendizaje profundo o *Deep Learning* en realidad son un conjunto dentro de otro subconjunto, pueden encontrar características a partir de datos de entrada y también crear características a partir de otras características (Berzal, 2018).



**Figura 8:** El Deep Learning como un subconjunto de técnicas de aprendizaje automático, que a su vez es una de las disciplinas englobadas dentro del campo de la Informática conocido como Inteligencia Artificial (Berzal, 2018).

## **Visión Artificial**

Se denomina visión artificial a al campo de la Inteligencia artificial, que programa un computador de tal manera que pueda extraer y entender las características de una imagen. La visión artificial se está aplicando en muchos campos de estudio tales como: la industria, entretenimiento, Lectura de Códigos, medicina, biometría, robótica, inteligencia artificial, psicología, biología, seguridad, tráfico vehicular, teledetección y astronomía.

A pesar de los grandes avances tecnológicos en los últimos años, la visión artificial aún está muy lejos de superar a la visión humana. Sin embargo, para algunos procesos de producción, la visión artificial realiza las tareas con mayor efectividad que el ojo humano (Benavides, 2017).

## **Redes Bayesianas**

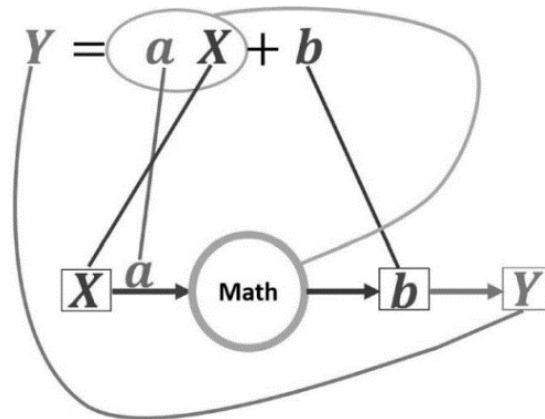
Este tipo de redes evitan la necesidad de crear un modelo probabilístico a través de un numero exponencial de parámetros, esto lo logra ya que permite especificar las variables independientes y las dependientes. Las Redes Bayesianas son modelos probabilísticos y estas a su vez universalizan el método de Naive Bayes (Berzal, 2018).

## **Redes Neuronales Artificiales**

Una Red Neuronal Artificial puede emular una operación de cualquier función ya sea lineal o no lineal. Esta es un modelo paramétrico que tiene un conjunto de parámetros que se ajustan en el proceso de aprendizaje, estos parámetros son los pesos y el sesgo (o bias en inglés). Una Red Neuronal Artificial consiste en un grupo de modelos lineales, que, al juntarse son



capaces de resolver problemas complejos, así, podemos concluir que una Red Neuronal Artificial es en realidad un modelo Lineal (Gad, 2018).



**Figura 9:** Mapping from a linear model with one input to ANN graph (Gad, 2018).

## Redes Neuronales Convolucionales

“Las redes convolucionales son, simplemente, redes multicapa en las que algunas capas realizan una operación de convolución en lugar de la tradicional multiplicación matricial de entradas por pesos” (Berzal, 2018).

Si definimos matemáticamente la convolución, podemos decir que es una operación matemática que se aplica a dos funciones para después obtener una tercera, esta función resultante es denotada como una versión modificada o “filtrada” de una de las funciones trabajadas. La representación de convolución entre dos funciones se denota por un asterisco (\*) o por una estrella (★) y esto a su vez se define como la integral de la multiplicación de dos funciones después de que una se desplace (Berzal, 2018).

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t - \tau)d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} f(t - \tau)g(\tau)d\tau$$

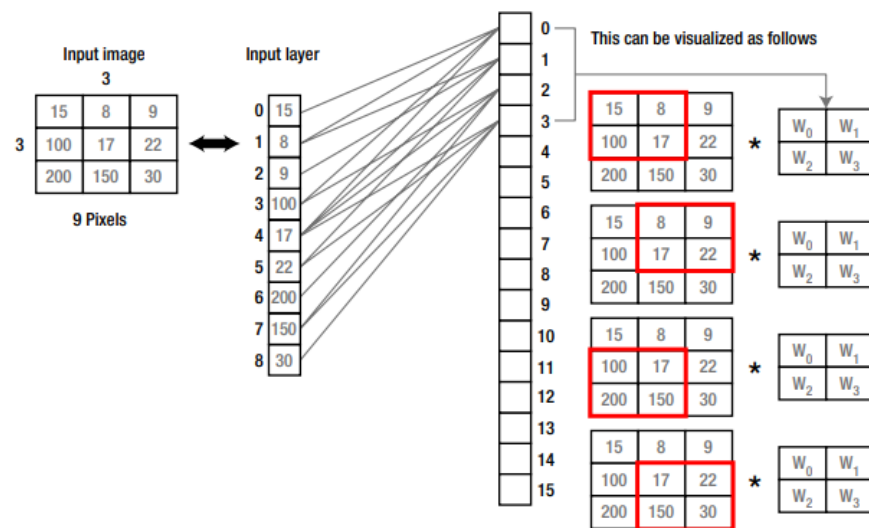
La ecuación varia y se convierte en una sumatoria, cuando hacemos uso de señales discretas en procesos digitales de señales.

$$(f * g)[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[m]g[n - m] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[n - m]g[m]$$

## El filtro

Un filtro es una la cual utilizaremos para encontrar ejes en nuestra imagen, esta matriz en la mayoría de las veces es de lados impares, esto quiere decir que son de 1x1, 3x3, 5x5, 7x7, y así sucesivamente, usamos esta matriz para iterar a lo largo de toda la imagen.

Muy comúnmente, de los dos operandos de una convolución, uno es la señal que deseamos procesar y el otro es el filtro que le estamos aplicando. Cuando usamos un filtro finito que está definido en el dominio  $\{0, 1, \dots, k - 1\}$  la operación de convolución se interpreta en: para cada valor de la señal, vamos a realizar  $k$  multiplicaciones y  $k - 1$  sumas (Berzal, 2018).



**Figura 10:** Highlighting each set of correlated pixels along with their weights as a matrix (Gad, 2018).

## Tensorflow

“Un tensor es una generalización de vectores y matrices a dimensiones más altas. Internamente, Tensorflow representa los tensores como matrices n-dimensionales de tipos de datos base” (Singh y Manure, 2020).

## Tensor

Un tensor puede ser representado también como una entidad matemática la cual tiene distintas propiedades, igual a un escalar, un vector o una matriz. Podemos decir entonces, que los tensores son matrices multidimensionales que tienen distintas propiedades, y que un

vector es un tensor unidimensional y que los tensores bidimensionales son matrices (Singh y Manure, 2020).

### **2.2.3. Aplicativo móvil (Variable Independiente)**

#### **Aplicativo móvil.**

“Una aplicación no deja de ser un software. Para entender un poco mejor el concepto, podemos decir que las aplicaciones son para los móviles lo que los programas son para los ordenadores de escritorio” (CUELLO y VITTONÉ, 2013)

Una aplicación es una solución informática tecnológica que tiene el objetivo de resolver un problema o puede servir como medio de distracción y entretenimiento (MARCILLO JARAMILLO, 2017).

#### **Tipos de aplicaciones según su desarrollo.**

##### **❖ Aplicaciones nativas**

“Las aplicaciones nativas son aquellas que se diseñan y desarrollan específicamente para un sistema operativo en particular, empleando un lenguaje de programación específico [...]”(App & Web, 2019)

Estas permiten poder obtener el máximo rendimiento del dispositivo móvil, accediendo a todas las funciones del hardware. No es necesario que requiera servicio de internet para su funcionamiento ya que estas se ejecutan en el dispositivo y no en la nube (servidor).

##### **❖ Aplicaciones web**

“Podemos definir las aplicaciones web o web app como aquella que se desarrollan con lenguajes de programación característicos de las webs como es el caso de HTML, CSS o JavaScript [sic]” (App & Web, 2019)

Las aplicaciones web no requieren descargarse e instalarse, ya que se pueden acceder usando el navegador del teléfono como un sitio web normal. (CUELLO y VITTONÉ, 2013) (Sangría)

### ❖ Aplicaciones híbridas.

“Se construye de forma similar a una página web, pero se utilizan a través de un navegador integrado dentro de una aplicación nativa. Las apps híbridas permiten aprovechar el uso de algunas de las funcionalidades del dispositivo móvil y simular la experiencia de usuario como si se tratase de una app nativa, ya que se adaptan al dispositivo como tal [...]” (Pérez, 2017).

Este tipo de aplicaciones son una buena opción frente al costo de su desarrollo, sin embargo, tienen limitaciones en cuanto al rendimiento y funcionalidades.

### **Sistemas operativo móvil**

“Un sistema operativo móvil, es un sistema que controla un dispositivo móvil, de la misma forma en que las computadoras utilizan un Windows o un Linux entre otros. Estos sistemas operativos móviles son mucho más simples que los que usan las computadoras y generalmente van enfocados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y la manera en que se introduce la información en ellos” (APONTE GÓMEZ y DÁVILA RAMÍREZ, 2011).

### **Android**

Según Andy Rubín dice que: “Android es una distribución de Linux y fue diseñado para permitir a los usuarios crear distintas aplicaciones aprovechando las distintas características y utilidades de sus teléfonos.”

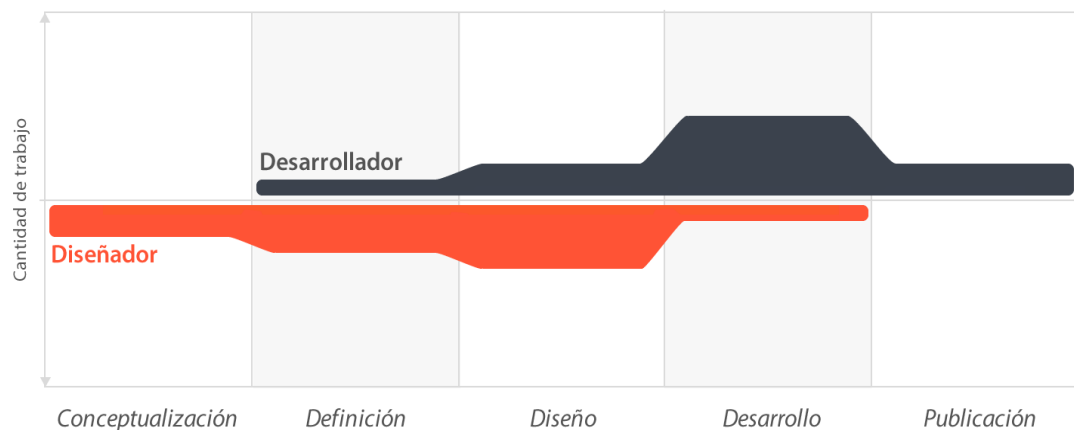
“[...] Es una plataforma que contiene código abierto, es decir que cualquier persona en el mundo puede editar su programación y también permite el desarrollo de diversas aplicaciones, para esto se debe proporcionar unas Marco Teórico 19 herramientas de desarrollo, compilación, depuración y emulación, para comprobar la efectividad del software que se desea implementar” (MARCILLO JARAMILLO, 2017).

“Las aplicaciones de Android se programan en Java haciendo uso de librerías propias de Android, por lo que, a nivel de programación, un desarrollador con conocimientos sólidos de Java estándar no debería tener demasiados

problemas para empezar a ser parte de la vida del mundo androide” (CUELLO y VITTONNE, 2013).

## El proceso de diseño y desarrollo de un aplicativo

“[...] Abarca desde la concepción de la idea hasta el análisis posterior a su publicación en las tiendas. Durante las diferentes etapas, diseñadores y desarrolladores trabajan —la mayor parte del tiempo— de manera simultánea y coordinada” (CUELLO y VITTONNE, 2013).



**Figura 11:** Proceso de diseño (CUELLO y VITTONNE, 2013)

### 1. Conceptualización

“El resultado de esta etapa es una idea de aplicación, que tiene en cuenta las necesidades y problemas de los usuarios. La idea responde a una investigación preliminar y a la posterior comprobación de la viabilidad del concepto” (CUELLO y VITTONNE, 2013).

### 2. Definición

“En este paso del proceso se describe con detalle a los usuarios para quienes se diseñará la aplicación, usando metodologías como «Personas» y «Viajes del usuario». También aquí se sientan las bases de la funcionalidad, lo cual determinará el alcance del proyecto y la complejidad de diseño y programación de la app” (CUELLO y VITTONNE, 2013).

### 3. Diseño

“En la etapa de diseño se llevan a un plano tangible los conceptos y definiciones anteriores, primero en forma de wireframes, que permiten crear los primeros prototipos para ser probados con usuarios, y posteriormente, en un diseño visual acabado que será provisto al desarrollador, en forma de archivos separados y pantallas modelo, para la programación del código” (CUELLO y VITTONÉ, 2013).

#### **4. Desarrollo**

“El programador se encarga de dar vida a los diseños y crear la estructura sobre la cual se apoyará el funcionamiento de la aplicación. Una vez que existe la versión inicial, dedica gran parte del tiempo a corregir errores funcionales para asegurar el correcto desempeño de la app y la prepara para su aprobación en las tiendas” (CUELLO y VITTONÉ, 2013).

#### **5. Publicación**

“La aplicación es finalmente puesta a disposición de los usuarios en las tiendas. Luego de este paso trascendental se realiza un seguimiento a través de analíticas, estadísticas y comentarios de usuarios, para evaluar el comportamiento y desempeño de la app, corregir errores, realizar mejoras y actualizarla en futuras versiones” (CUELLO y VITTONÉ, 2013).

### **Ingeniería de software**

Según Sommerville; la ingeniería de software es una disciplina que abarca todo lo necesario en la elaboración de software desde la especificación del sistema hasta el mantenimiento de éste. (Sommerville, 2005) (superíndice)

La ingeniería de software es el área donde se aplica diferentes métodos, procedimientos, técnicas y gestión del proyecto con el fin de poder solucionar un problema, esta nos permite obtener un producto final de alta calidad que cumpla con los estándares del desarrollo de software.

#### **Arquitectura del software.**

“[...] Es una representación que permite 1) analizar la efectividad del diseño para cumplir los requerimientos establecidos, 2) considerar alternativas

arquitectónicas en una etapa en la que hacer cambios al diseño todavía es relativamente fácil y 3) reducir los riesgos asociados con la construcción del software” (PRESSMAN, 2010).

### **Metodología tradicional**

(Maida y Pacienza, 2015) afirma que “centran su atención en llevar una documentación exhaustiva de todo el proyecto, la planificación y control del mismo, en especificaciones precisas de requisitos y modelado y en cumplir con un plan de trabajo, definido todo esto, en la fase inicial del desarrollo del proyecto”.

Las metodologías tradicionales o comúnmente llamadas pesadas tienen la gran barrera de que no se pueden adaptar a cambios, es decir que los requisitos o funciones ya definidos en la primera etapa no pueden variar, careciendo de retroalimentación.

### **Metodología Ágil**

“[...] generalmente es un proceso Incremental (entregas frecuentes con ciclos rápidos), también Cooperativo (clientes y desarrolladores trabajan constantemente con una comunicación muy fina y constante), Sencillo (el método es fácil de aprender y modificar para el equipo) y finalmente Adaptativo (capaz de permitir cambios de último momento)” (Maida y Pacienza, 2015)

La metodología ágil se centra en la importancia de poder adaptarse a los posibles cambios con cada retroalimentación, logrando esto gracias a la excelente comunicación que existe con los clientes y equipo de trabajo.

### **Metodología de la Programación Extrema**

“La programación extrema (XP)” es una metodología de desarrollo de la ingeniería de software desarrollada por Kent Beck.

“Extreme Programming o XP Programming es un marco de desarrollo de software ágil que tiene como objetivo producir un software de mayor

calidad para mejorar la eficiencia del equipo de desarrollo. Se trata de una metodología de desarrollo cuyo objetivo es promover la aplicación de prácticas de ingeniería apropiadas para la creación de software” (BELLO, 2021)

## **Principios de la Programación Extrema**

Los principios en los que se basa son:

### **a) Humanidad**

Según (BECK y ANDRES, 2004) menciona: “Los valores son demasiado abstractos para guiar directamente la conducta. Documentos de gran tamaño tienen la intención de comunicar, por lo que son las conversaciones diarias de comunicación. ¿Cuál es la más eficaz? La respuesta depende en parte del contexto, y en parte en los principios intelectuales”.

### **b) Economía**

“Asegúrese de que lo que está haciendo tiene un valor de negocio, cumpla con los objetivos del negocio, y atienda las necesidades de negocio” (BECK y ANDRES, 2004)

El valor del dinero en el tiempo y el valor de la opción de los sistemas y equipos son dos aspectos que influyen en el desarrollo del software.

### **c) Beneficio Mutuo**

Cada actividad debe beneficiar a todos los participantes en el proyecto de desarrollo. El beneficio mutuo es el principio más importante de XP y el más difícil de cumplir. Hay siempre soluciones a cualquier problema que le costó pérdida a una persona mientras se benefician otra. Cuando la situación es desesperada, estas soluciones parecen atractivas; Pero son siempre una pérdida neta; sin embargo, debido a la mala voluntad que se crea destruye las relaciones que debemos valorar (BECK y ANDRES, 2004).



#### **d) Similitud**

(BECK y ANDRES, 2004) dan la siguiente recomendación:” Intente copiar la estructura de una solución en un nuevo contexto, incluso a diferentes escalas. Por ejemplo, el ritmo básico del desarrollo en que se escribe una prueba que falla y luego la hace funcionar. El ritmo opera en todas las escalas. En un trimestre liste los temas que desea tratar y luego refléjelos en historias de usuario. En una semana selecciona las historias de usuarios que quiere abordar, escriba pruebas para las historias de usuario seleccionadas y luego haga que funcionen. En pocas horas, se enumeran las pruebas que se necesitan escribir, escriba una prueba, haga que funcione, escriba otra prueba, y hacer que todo el trabajo listado se cumple”.

#### **e) Mejora continua**

No existe un proceso perfecto. No existe un diseño perfecto. No hay historias perfectas; sin embargo, puede centrarse en perfeccionar su proceso, su diseño, y sus historias (BECK y ANDRES, 2004).

#### **f) Diversidad**

“Los equipos de desarrollo de software donde todos son iguales, aunque sea cómodo, no son eficaces. Los equipos deben reunir una serie de habilidades, actitudes y puntos de vista para ver los problemas y dificultades y pensar en varias formas de resolver problemas e implementar nuevas soluciones; por tanto, los equipos necesitan la diversidad” (GUILLÉN QUISCA, 2013).

#### **g) Reflexión**

“Los buenos equipos no solo hacen su trabajo, ellos meditan acerca de lo que hacen. Analizan los puntos en los que acertaron o fallaron. No tratan de ocultar sus errores, exponen sus errores ya prende de ellos” (GUILLÉN QUISCA, 2013).

## **h) Flujo**

Flujo en desarrollo de software consiste en liberar un flujo de software constante participando en todas las actividades de desarrollo simultáneamente. Las prácticas de XP son orientadas a un flujo continuo de actividades más que a fases discretas (BECK y ANDRES, 2004).

## **i) Oportunidades**

La programación XP permite ver a los problemas como oportunidades para el cambio. Lo cual no quiere decir que los problemas no existan en el desarrollo de software; Sin embargo, la actitud de "supervivencia" nos orienta a resolver los problemas a medida que se presentan para lograr la excelencia, los problemas necesitan convertirse en oportunidades para aprender y mejorar, no solo para sobrevivir (BECK y ANDRES, 2004).

## **j) Redundancia**

Los problemas difíciles en el desarrollo de software pueden ser resueltos de diferentes formas. Aún si la solución falla, la otra solución va a prevenir desastres. El costo de la redundancia es más que pagar por el ahorro de no tener el desastre (BECK y ANDRES, 2004).

## **k) Fracaso**

(BECK y ANDRES, 2004) menciona: “¿Es un desperdicio el fracaso? No si imparte conocimiento, el conocimiento es valorable y algunas veces difícil de adquirir, si sabes la opción correcta para implementar una historia simplemente hazlo de esa forma, y si no supieras como hacerlo ¿Cuál sería la forma más económica de hacerlo?”.

## **l) Calidad**

Calidad no es una variable de control. Los proyectos no son más rápidos por que acepten menos calidad. Tampoco van más lentos por que requieren de mayor calidad. La calidad no es un factor netamente económico. Las personas necesitan hacer tareas de las cuales se sientan orgullosas (BECK y ANDRES, 2004).

#### **m) Pasos de Bebé**

“Los equipos siempre están tentando a hacer grandes cambios en grandes pasos después de todos hay un gran camino que recorrer y un poco tiempo para llegar a la meta, cambios hechos todos al mismo tiempo es peligroso”(GUILLÉN QUISCA, 2013).

#### **n) Responsabilidad Aceptada**

La responsabilidad no puede ser asignada, sólo puede ser aceptada, si alguien trata de darte responsabilidad, sólo tú decides si eres responsable de hacerlo o n. Con la responsabilidad se adquiere autoridad. Cuando un experto en procesos te dice como debes trabajar, pero no comparte el trabajo ni las consecuencias del mismo. Sólo las personas tienen la decisión de usar la retroalimentación para mejorar (BECK y ANDRES, 2004).

### **Valores de la Programación Extrema**

Los valores de la programación extrema son:

#### **a) Simplicidad**

“Empezar con la solución más simple es clave en la programación XP. Esta metodología pone el foco en codificar las necesidades de hoy, no las de un futuro. Además, también se simplifica el diseño para agilizar el desarrollo y facilitar el mantenimiento [...]” (BELLO, 2021)

“Mantener el código simple hace los cambios de código simple, además adoptar técnicas simples para comunicar requisitos y el progreso de seguimiento maximiza las posibilidades que el

equipo siga adecuadamente el proceso” (GUILLÉN QUISCA, 2013)

### **b) Comunicación**

La comunicación es un pilar importante, teniendo como objetivo promover que todos los requisitos sean informados y desarrollados con todo el equipo, buscando evitar hacerlo por la documentación (BELLO, 2021)

### **c) Retroalimentación**

“[...] Al realizarse ciclos muy cortos tras los cuales se entregan prototipos, se minimiza el tener que rehacer partes que no cumplen con los requisitos que requiere el usuario y ayuda a los programadores a centrarse en lo que es más importante lográndose desarrollar con mayor celeridad módulos que pueden ir automatizando procesos de la empresa sin tener que esperar a la finalización del proceso de desarrollo de software, en caso contrario los problemas que derivan de tener ciclos muy largos que se resumen en meses de trabajo pueden tirarse por la borda debido a cambios en los criterios del cliente o malentendidos por parte del equipo de desarrollo [...]” (GUILLÉN QUISCA, 2013)

### **d) Valor**

Resalta la importancia de la disciplina de programar para hoy y no dejarlo para mañana, además de reconocer errores tan pronto se detecten. Un miembro de equipo no puede dejar de centrarse en otras cosas ya que esto impedirá avanzar al resto provocando que baje la productividad (BELLO, 2021).

### **e) Respeto**

“El respeto mutuo es fundamental para que un equipo pueda trabajar de forma eficiente y ofrecer un buen rendimiento. Implica desde que un desarrollador no realice modificaciones

que puedan tener un impacto negativo en el trabajo de un compañero hasta la forma de llegar al cliente [...]” (BELLO, 2021)

## **Roles**

Según Kent Beck los roles en la programación extrema son:

### **a) Programador**

El programador se encarga de escribir las pruebas unitarias y produce el código del sistema. Es importante que exista una comunicación y coordinación adecuada entre los programadores y otros miembros del equipo (LETELIER y PENADÉS, 2006).

### **b) Cliente**

El cliente escribe y define las historias de usuario y las pruebas funcionales para validar su implementación. También, asigna la prioridad a las historias de usuario y decide cuáles se van a implementar en una iteración buscando en aportar mayor valor al negocio. El cliente es sólo uno dentro del proyecto, pero puede corresponder a un interlocutor que está representando a varias personas que se verán afectadas por el sistema (LETELIER y PENADÉS, 2006)

### **c) Encargado de pruebas (Tester)**

Ayuda al cliente a escribir las pruebas funcionales. Ejecuta las pruebas regularmente, difunde los resultados en el equipo y es responsable de las herramientas de soporte para pruebas (LETELIER y PENADÉS, 2006)

### **d) Encargado de seguimiento (Tracker)**

“El encargado de seguimiento proporciona realimentación al equipo en el proceso XP. Su responsabilidad es verificar el grado de acierto entre las estimaciones realizadas y el tiempo

real dedicado, comunicando los resultados para mejorar futuras estimaciones. También realiza el seguimiento del progreso de cada iteración y evalúa si los objetivos son alcanzables con las restricciones de tiempo y recursos presentes. Determina cuándo es necesario realizar algún cambio para lograr los objetivos de cada iteración” (LETELIER y PENADÉS, 2006)

#### **e) Entrenador (Coach)**

Es responsable de implementar correctamente los procesos de la metodología para ello es necesario que tenga un excelente conocimiento del proceso XP para proveer guías a los miembros del equipo de forma que se apliquen las prácticas XP y se siga el proceso correctamente (LETELIER y PENADÉS, 2006)

#### **f) Consultor**

Es un miembro externo del equipo con un conocimiento específico en algún tema necesario para el proyecto. Guía al equipo para resolver un problema específico (LETELIER y PENADÉS, 2006)

#### **g) Gestor (Big boss)**

Es el vínculo entre clientes y programadores, ayuda a que el equipo trabaje efectivamente creando las condiciones adecuadas. Su labor esencial es de coordinación (LETELIER y PENADÉS, 2006)

### **Fases de desarrollo**

Las fases de desarrollo están relacionadas con los principios de XP como se puede apreciar en la tabla N°2.

<b>Fases</b>	<b>Principio</b>
Planificación	El juego de la planificación

	Entregas pequeñas
	Metáfora
Diseño	Diseño simple
Codificación	Refactorización
	Programación en pares
	Propiedad colectiva
	Integración continua
	Semanas de 40 horas
	Cliente in situ
	Estándares de programación
Pruebas	Pruebas

**Tabla 2:** Fases de desarrollo y Principios XP

## A. Planificación del Proyecto

La metodología XP plantea la planificación como un permanente dialogo entre las partes la empresarial (deseable) y la técnica (posible), en esta fase se utilizan:

### 1) Historias de usuario

Según (Maida y Pacienza, 2015) “Las historias de usuario tienen el mismo propósito que los casos de uso, salvo en un punto crucial, las escriben los usuarios y no el analista. Han de ser descripciones cortas y escritas en el lenguaje del usuario sin terminología técnica”.

“Cada historia de usuario es una pequeña descripción del comportamiento del sistema, desde el punto de vista del usuario del sistema. En XP el sistema es especificado íntegramente a través de historias de usuario” (GUILLÉN QUISCA, 2013).

Historia de Usuario	
Número:	Nombre:
Usuario:	
Modificación de Historia Número:	Iteración Asignada

Prioridad en el Negocios: Alta (Alta/Media/Baja)	Puntos estimados:
Riesgo en desarrollo: Baja (Alta/Media/Baja)	Puntos reales:
Descripción:	
Observaciones:	

**Tabla 3:** Ejemplo de historia de usuario

(BECK y ANDRES, 2004) recomienda que estas historias de usuario sean llenadas a mano incluso en algunos proyectos mantienen sus historias de usuario pegadas en una pared la cual denominan “pared Gantt”, las historias de usuario también pueden ser asociadas a pruebas de aceptación con lo que se confirma si la historia ha sido implementada correctamente.

## **2) Planificación de entregas (Release planning)**

“[...] Un "Release planning" es una planificación donde los desarrolladores y clientes establecen los tiempos de implementación ideales de las historias de usuario, la prioridad con la que serán implementadas y las historias de usuario que serán implementadas en cada versión del programa” (GUILLÉN QUISCA, 2013)

## **3) Iteraciones**

Según (LETELIER y PENADÉS, 2006) “esta fase incluye varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado. El Plan de Entrega está compuesto por iteraciones de no más de tres semanas. En la primera iteración se puede intentar establecer una arquitectura del sistema que pueda ser utilizada durante el resto del proyecto. [...] El cliente quien decide qué historias se implementarán en cada iteración (para maximizar el valor de negocio). Al final de la última iteración el sistema estará listo para entrar en producción.”

## **4) Velocidad del proyecto**



“La velocidad del proyecto es una medida que representa la rapidez con la que se desarrolla el mismo; estimarla es muy sencillo, basta con contar el número de historias de usuario que se pueden implementar en una iteración; de esta forma, se sabrá el cupo de historias que se pueden desarrollar en las distintas iteraciones” (GUILLÉN QUISCA, 2013).

## **5) Reuniones diarias**

“El objetivo de esta reunión es facilitar la transferencia de información y la colaboración entre los miembros del equipo para aumentar su productividad, al poner de manifiesto puntos en que se pueden ayudar unos a otros” (Maida y Pacienza, 2015).

## **B. Diseño**

“El diseño es la actividad que permite dar valor al software. A diferencia del mundo físico en las áreas del software podemos replicar elementos sin ningún costo, cuando se crean nuevas y beneficiosas relaciones entre elementos, podemos propagar 65 estas relaciones a todos los elementos existentes, una buena idea en los proyectos de desarrollo de software puede ahorrar millones en costos [...]” (GUILLÉN QUISCA, 2013).

Según Kent Beck las principales características de la fase de diseño son:

- Glosario de términos: Usar una correcta especificación de los nombres de clases, métodos y propiedades ayudará a comprender el diseño y facilitará futuras ampliaciones y la reutilización del código.
- Riesgos: Si surgen problemas potenciales durante el diseño, XP sugiere utilizar una pareja de desarrolladores para que investiguen y reduzcan al máximo el riesgo que supone ese problema.

- Funcionalidad extra: Nunca se debe añadir funcionalidad extra al programa, aunque se piense que en un futuro será utilizada. Sólo el 10% de la misma es utilizada lo que demuestra que el desarrollo de funcionalidad extra es un desperdicio de tiempo y recursos.
- Refactorizar: Consiste en mejorar el código modificando su estructura sin alterar su funcionalidad. Refactorizar supone revisar de nuevo la codificación para procurar optimizar su funcionamiento.
- Tarjetas CRC: El uso de las tarjetas C.R.C (Class, Responsibilities and Collaboration) permiten al programador centrarse y apreciar el desarrollo orientado a objetos olvidándose de los malos hábitos de la programación procedural clásica. Las tarjetas C.R.C representan objetos; la clase a la que pertenece el objeto se puede escribir en la parte de arriba de la tarjeta, en una columna a la izquierda se pueden escribir las responsabilidades u objetivos que debe cumplir el objeto y a la derecha, las clases que colaboran con cada responsabilidad.

Nombre de la clase	
Responsabilidades:	Colaboradores:

**Tabla 4:** Ejemplo de tarjeta CRC

## C. Codificación

La codificación debe hacerse respetando los estándares y patrones de codificación ya creados. Programar bajo estándares mantiene el código consistente y facilita su comprensión y la escalabilidad. Es importante crear pruebas que certifiquen el funcionamiento de los distintos códigos

implementados nos ayudará a desarrollar dicho código. Crear estos test antes nos ayuda a saber qué es exactamente lo que tiene que hacer el código a implementar y sabremos que una vez implementado pasará dichos test sin problemas ya que dicho código ha sido diseñado para ese fin (GUILLÉN QUISCA, 2013).

#### **D. Pruebas**

Según (GUILLÉN QUISCA, 2013) afirma que “el uso de los test es adecuado para observar la refactorización. Los test permiten verificar que un cambio en la estructura de un código no tiene porqué cambiar su funcionamiento. Para finalizar, un nuevo concepto. Las pruebas de aceptación son pruebas de caja negra definidas por el cliente para cada historia de usuario, y tienen como objetivo asegurar que las funcionalidades del sistema cumplen con lo que se espera de ellas. En efecto, las pruebas de aceptación corresponden a una especie de documento de requerimientos en XP, ya que marcan el camino a seguir en cada iteración, indicándole al equipo de desarrollo hacia donde tiene que ir y en qué puntos o funcionalidades debe poner el mayor esfuerzo y atención.”

Caso de prueba de aceptación	
Código	Historia de usuario (Número y Nombre)
Nombre:	
Descripción:	
Condiciones de ejecución:	
Entrada / Pasos de ejecución:	
Resultado esperado:	
Evaluación de la prueba:	

**Tabla 5:** Ejemplo de caso de prueba de aceptación

**Dimensión: Calidad del software ISO/IEC 9126-4 – Calidad del software**

“La ISO / IEC 9126-4 definen las métricas de calidad en el uso, para la medición de las características o sub características. Las métricas de calidad de uso miden los efectos del uso del software en un contexto específico de uso” (ISO/IEC, 2004)

## **Indicadores**

Nuestros indicadores se basan en 6 características generales las cuales se definen a continuación de su fuente original así:

### **1) Funcionalidad**

“Un conjunto de atributos que se relacionan con la existencia de un conjunto de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen las necesidades implícitas o explícitas” (ISO/IEC, 2004).

### **2) Fiabilidad**

“Un conjunto de atributos relacionados con la capacidad del software de mantener su nivel de prestación bajo condiciones establecidas durante un período establecido” (ISO/IEC, 2004).

### **3) Usabilidad**

“Un conjunto de atributos relacionados con el esfuerzo necesitado para el uso, y en la valoración individual de tal uso, por un establecido o implicado conjunto de usuarios” (ISO/IEC, 2004).

### **4) Eficiencia**

“Conjunto de atributos que tienen relación con el nivel de rendimiento del software y la cantidad de recursos utilizados, en las condiciones establecidas” (ISO/IEC, 2004).

### **5) Mantenibilidad**

“Conjunto de atributos relacionados con la facilidad de extender, modificar o corregir errores en un sistema software” (ISO/IEC, 2004).

## **6) Portabilidad**

“Conjunto de atributos relacionados con la capacidad de un sistema software para ser transferido desde una plataforma a otra” (ISO/IEC, 2004).

## **2.3. DEFINICION DE TERMINOS**

### **Yuca (*Manihot Esculenta*)**

Es una planta originaria de América tropical, es un arbusto leñoso perenne, que pertenece a la familia Euphorbiaceae.

### **Enfermedad del Mosaico Común.**

Enfermedad que ataca a la yuca (*Manihot Esculenta*) manifestándose mediante manchas de color amarillo y verde claro en las hojas de las plantas jóvenes, esta enfermedad baja los rendimientos en producción de la yuca.

### **Inteligencia Artificial**

Simulación de procesos realizado por maquinas tratando de imitar a la inteligencia humana.

### **Aprendizaje Supervisado**

Algoritmos que aprenden de datos ingresados por una persona, estos algoritmos generan datos de salida esperados, que en el momento que han sido ingresados ya han sido etiquetados por alguien.

### **Visión artificial**

Es la disciplina que utiliza métodos de adquisición, proceso y análisis de imágenes del mundo real, esto con la finalidad de producir información que pueda ser procesada y analizada por una computadora.

**Datos de entrenamiento**

Datos que utilizamos para el entrenamiento de nuestro modelo de Red Neuronal.

**Datos de validación**

Datos que son empleados después de las iteraciones de entrenamiento para verificar si se está produciendo un sobre aprendizaje

**Datos de testeo**

Datos utilizados para la verificación de la efectividad del modelo de Red Neuronal

**Redes Neuronales Convolucionales**

Redes Neuronales que se basan en el uso de convoluciones. Actúan similarmente a las neuronas de la corteza visual del cerebro, clasificando imágenes mediante características y no solo por píxeles.

**Capas**

Agrupación de unidades Estructurales, dentro de estas, las neuronas pueden juntarse y agruparse formando así grupos neuronales.

**Perceptrón**

Manifestación más simple de una Red Neuronal.

**Pesos**

Se considera a los pesos de las conexiones entre las neuronas, como el conocimiento en una red Neuronal.

**Sesgo**

Controla que tan predispuesta esta la neurona a arrojar 0 o 1, se utiliza para de alguna manera “forzar” el valor de la predicción en algunos valores de entrada.

**Función de Activación**

También se conoce como filtro, umbral o función limitadora, esta función modifica el resultado, impone un límite para poder pasar a otra neurona.

### **Max Pooling**

Es una matriz denominada filtro que recorre los píxeles de la imagen por bloques, esto para agruparlos, selecciona el valor más elevado sobre el bloque en el que esté operando.

### **Optimizador**

Se encarga de generar pesos cada vez más precisos y mejores, calcula la gradiente de la función de pérdida por cada peso en la red neuronal.

### **Función de Pérdida**

Se encarga de evaluar la desviación que existe entre la red neuronal y los valores reales que son utilizadas durante el proceso de aprendizaje.

### **Aplicativo móvil**

Aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil que puede ser un teléfono móvil o tableta.

### **Overfitting**

Problema que se produce porque a nuestra red neuronal la entrenamos solo con datos particulares, haciéndola incapaz de reconocer nuevos datos de entrada.

## **3. METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

### **3.1. Tipo de Investigación**

El tipo de estudio utilizado en esta investigación es aplicada.

Se tomarán datos de 11 cultivos ubicados en el distrito de Tambopata para la extracción de 100 imágenes de plantas que tengan consigo la enfermedad del mosaico común. Estas imágenes serán las mismas que usaremos para ver el

comportamiento de la aplicación móvil respecto a su precisión cuando está utilizando una red neuronal convolucional, y cuando solo está utilizando una red neuronal multicapa.

La investigación aplicada, que también es llamada “investigación practica” o “investigación empírica” tiene la característica de aplicar o utilizar los conocimientos adquiridos, al mismo tiempo que se adquieren otros. Usando el conocimiento y los resultados de la investigación, da como resultado una forma organizada, sistemática y rigurosa de conocer la realidad (Cordero, 2009).

### **3.2. Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es de tipo cuasiexperimental, con grupo de control.

En una investigación cuasiexperimental, los datos no se asignan de manera aleatoria, y tampoco se emparejan. Sino que los grupos de estudio ya están definidos antes de que empiece el experimento, dicho de otra manera, los grupos que se manejan están intactos (SAMPIERI HERNANDEZ, COLLADO FERNANDEZ y BAPTISTA LUCIO, 2014).

En este tipo de diseño, se comienza haciendo un pretest a los grupos, esto quiere decir que vamos a realizar una prueba previa de rendimiento, a ambos grupos. Después de hacer el pretest, aplicaremos una nueva metodología al grupo experimental. Incorporando un grupo de control que recibe las mismas experiencias que el grupo experimental, omitiendo el tratamiento. Así, la validez interna queda asegurada (TORRES, PAZ y SALAZAR, 2011).

### **3.3. Población y Muestra**

#### **Población**

La población de la presente investigación está conformada por 7888 imágenes digitales preprocesadas de hojas de plantas de yuca (*Manihot Esculenta*) entre las cuales se encuentran hojas enfermas y hojas sanas.



Imágenes de Hojas	Hojas enfermas	Hojas sanas
<b>Grupo experimental:</b>		
Imágenes de entrenamiento	3540	3540
Imágenes de Validación	354	354
<b>Grupo de control:</b>		
Imágenes de Testeo	50	50

**Tabla 6:** Dataset de Imágenes de las hojas de las yucas utilizados en esta investigación

## Muestra

Debido a que nuestra población es finita y la complejidad de la Red Neuronal requiere una gran cantidad de datos, se tomara como muestra a toda la población.

### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

#### 3.4.1. Métodos y técnicas.

(SAMPIERI HERNANDEZ, COLLADO FERNANDEZ y BAPTISTA LUCIO, 2014) afirman que: [...] “Con la finalidad de recolectar datos disponemos de una gran variedad de instrumentos o técnicas, tanto cuantitativas como cualitativas, es por ello que en un mismo estudio podemos utilizar ambos tipos.”

Los métodos y técnicas aplicados en esta investigación son la encuesta y la Revisión de Documentos. Utilizamos las encuestas para la recopilación de datos pertenecientes al grupo de control, Se visito a cada una de los once cultivos encuestando a los agricultores en busca de plantas de yucas infectadas con la enfermedad del mosaico común.

#### Encuesta:

La encuesta se puede definir como una investigación efectuada sobre una muestra de sujetos, para ello se utiliza procedimientos de interrogación y así adquirir mediciones cuantitativas objetivas y subjetivas de la población. En la encuesta podemos observar situaciones las cuales podemos registrar, y ya que no podemos reelaborar un experimento, se cuestiona al individuo que participa en ello (TORRES, PAZ y SALAZAR, 2011).

### 3.4.2. Instrumentos

#### Instrumentos

El instrumento utilizado para la recolección de datos son los cuestionarios.

Un cuestionario es el instrumento más popular que se utiliza para recolectar los datos, está conformado por preguntas con respecto a las variables que se van a medir. Debe ir de acorde a la hipótesis y al planteamiento de problema. Este instrumento puede ser utilizado en todo tipo de encuestas (SAMPIERI HERNANDEZ, COLLADO FERNANDEZ y BAPTISTA LUCIO, 2014).

## RECURSOS Y PRESUPUESTO

#### Recursos de Hardware:

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
1	LAPTOP	Core I7 12Gb RAM o superior 1 tb Disco Duro 2ghz – 4ghz
1	Teléfono móvil	Xiaomi Redmi Note 10 Procesador: Snapdragon 678 2.2GHZ Almacenamiento: 64GB/128GB Cámara: Cuádruple, 48MP+8MP + 2MP+2MP Batería: 5000 mAh
1	Impresora	Multifuncional

**Tabla 7:** Recursos de Hardware

#### Recursos Materiales:

#### Materiales de Oficina.

Descripción	Unidad	Cantidad
Lápices	Unidad	4
Lapiceros	Unidad	4

Perforador	Unidad	1
Grapas	Paquete	2
Resaltadores	Unidad	2
Papel de impresión	Paquete	2
Folders	Unidad	3
Borradores	Unidad	2
Grapadoras	Unidad	1
Marcadores	Unidad	2

**Tabla 8:** Materiales de oficina

## PRESUPUESTO

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Laptop	1	3500	3500
Teléfono móvil	1	700	700
Impresora	1	1200	1200
Lápices	4	1	4
Lapiceros	4	1	4
Perforador	1	15	15
Grapas	2	17	34
Resaltadores	2	3	6
Papel de Impresión (paquetes)	2	30	60
Folders	3	1	3
Borradores	2	1	3
Grapadoras	1	150	150
Marcadores	2	3	6

**Tabla 9:** Presupuesto



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- ALVAREZ, E. y LLANO, G., 2002. Enfermedades del cultivo de la yuca y métodos de control. *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Produccion, Procesamiento, Utilizacion y Comercializacion* [en línea]. S.l.: CIAT, CLAYUCA, FENAVI, pp. 130-145. Disponible en: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18093/42812\\_47038.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18093/42812_47038.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- ALVEAR, V., 2017. Internet de las Cosas y Visión Artificial, Funcionamiento y Aplicaciones: Revisión de Literatura (Internet of Things and Artificial Vision, Performance and Applications: Literature Review). *Enfoque UTE* [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 244-256. ISSN 1390-9363. Disponible en: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>.
- APONTE GÓMEZ, S. y DÁVILA RAMÍREZ, C.A., 2011. *Sistemas operativos móviles: funcionalidades, efectividad y aplicaciones útiles en Colombia* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10882/761>.
- APP & WEB, 2019. Principales tipos de apps: ventajas e inconvenientes. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.appandweb.es/blog/tipos-de-apps/>.
- ARÉVALO, A., 2011. Uso Del Almidón De Yuca Para La Obtención De Alcohol Etílico. *Repo.Uta.Edu.Ec* [en línea], pp. 116. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>.
- ARIAS V., B., VARGAS H., O., REYES Q., J.A., GUERRERO, J.M. y BELLOTTI, A.C., 2002. Insectos y ácaros dañinos a la yuca y su control. *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Produccion, Procesamiento, Utilizacion y Comercializacion* [en línea]. S.l.: CIAT, CLAYUCA, FENAVI, pp. 160-203. Disponible en: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18095/42814\\_47040.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18095/42814_47040.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- BECK, K. y ANDRES, C., 2004. *Extreme Programming Explained: Embrace*

- Change* [en línea]. 2. US, Addison Wesley: s.n. ISBN 978-0321278654.  
Disponible en: <https://www.amazon.com/-/es/Kent-Beck/dp/0321278658>.
- BELLO, E., 2021. Descubre qué es el Extreme Programming y sus características. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-xp-programming-agile-scrum/>.
- BENAVIDES, G., 2017. Visión Artificial : La Innovación Disruptiva En La Educación. [en línea], Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12579/4950>.
- BERZAL, F., 2018. *Redes Neuronales & Deep Learning* [en línea]. Independie. S.l.: s.n. ISBN 1731265387. Disponible en: [https://www.amazon.es/gp/product/1731265387/ref=as\\_li\\_qf\\_asin\\_il\\_tl?ie=UTF8&tag=ikor0b-21&creative=24630&linkCode=as2&creativeASIN=1731265387&linkId=b7601cb0b247b8b7df8acd18d96999c3](https://www.amazon.es/gp/product/1731265387/ref=as_li_qf_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=ikor0b-21&creative=24630&linkCode=as2&creativeASIN=1731265387&linkId=b7601cb0b247b8b7df8acd18d96999c3).
- CALLE, F., 2002. Control de malezas en el cultivo de la yuca. *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Produccion, Procesamiento, Utilizacion y Comercializacion* [en línea]. S.l.: CIAT, CLAYUCA, FENAVI, pp. 126-128. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18092?locale-attribute=es>.
- CASTRO ALVAREZ, G.T., 2015. Universidad nacional de moquegua. , no. 052, pp. 1-18.
- CASTRO SANDOVAL, M.M., 2019. *Identificación de Citrus leprosis virus C en Citrus sinensis mediante redes neuronales convolucionales de imágenes digitales* [en línea]. GUASAVE: s.n. Disponible en: <http://www.cienciasinaloa.ipn.mx:80/jspui/handle/123456789/313>.
- CEBALLOS, H., 2002. La Yuca en Colombia y el Mundo : Nuevas Perspectivas para un Cultivo Milenario. *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Produccion, Procesamiento, Utilizacion y Comercializacion* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 1-13. Disponible en:

<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81848/cassava-93f2827a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CEBALLOS, H. y DE LA CRUZ, G.A., 2002. Taxonomía y Morfología de la Yuca. *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Produccion, Procesamiento, Utilizacion y Comercializacion* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 15-32. Disponible en:

<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/55239/capitulo02.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

CEBALLOS, L. y DOMÍNGUEZ, C., 1977. Descripción de las enfermedades de la yuca. *Estudio, Guia D E* [en línea], pp. 36. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/77953/11714.pdf;jsessionid=1A7A32756250D746661A9974C8CC00E6?sequence=1>.

CORDERO, Z.R.V., 2009. La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación* [en línea], vol. 33, no. 1, pp. 155-165. ISSN 2215-2644. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/538>.

CUELLO, J. y VITTONI, J., 2013. *Diseñando apps para móviles* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 978-84-616-5070-5. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Diseñando\\_apps\\_para\\_móviles.html?id=ATiqsjH1rvwC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&hl=es-419&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books/about/Diseñando_apps_para_móviles.html?id=ATiqsjH1rvwC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=es-419&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).

CUYA MARZAL, B.C.M. y RAMOS LUGO, M.G., 2020. *Sistema de control de calidad utilizando redes neuronales para la clasificación del estado de la granadilla* [en línea]. Lima: s.n. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/13854>.

F. LEYVA, L., 2019. Yuca - Qué es, Propiedades, Beneficios, Origen, Tipos, Características. [en línea]. [Consulta: 11 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.tuberculos.org/yuca/>.

FLORES FUENTES, A., PEDRAZA MAQUERA, K. y VARGAS ORE, J., 2020. *Plan de Negocios para diseño y desarrollo de una aplicación móvil*

*de bienestar nutricional* [en línea]. S.l.: ESAN. Disponible en:  
[https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2034/2020\\_MAGSS\\_17-1\\_05\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2034/2020_MAGSS_17-1_05_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

FUENTES PLAZA, F.N., 2021. *Visión por computadora para el manejo de plagas y enfermedades en cultivos de papa* [en línea]. Chile: s.n. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/6716>.

GAD, A.F., 2018. *Practical Computer Vision Applications Using Deep Learning with CNNs*. S.l.: s.n. ISBN 9781484241660.

GARCÍA ALCALÁ, I.S., 2020. Procesamiento digital de imágenes. *Perfiles Educativos*, no. 72. ISSN 0185-2698.

GUILLÉN QUISCA, L.D., 2013. *Prototipo de sistema de administración de contenidos para la implementación y mantenimiento de portales web orientados al e-commerce* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2514>.

Investigación del INIA identifica cinco virus que atacan a la yuca. | Gobierno del Perú. [en línea], 2021. [Consulta: 6 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/pnia/noticias/286324-investigacion-del-inia-identifica-cinco-virus-que-atacan-a-la-yuca>.

ISO/IEC, 2004. ISO/IEC 9126-4:2004 Software Engineering – Product quality. Part 4: Quality in Use Metrics. ,

KARL, H.S., 1970. Apuntes sobre la Yuca y sus Orígenes. *Boletín informativo de Antropología* [en línea], pp. 23-27. Disponible en: [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39302477/Apuntes\\_sobre\\_la\\_Yuca.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490734338&Signature=pTNCSCz%2F1yRD4nWAm%2B5t%2FvWEOjs%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DApuntes\\_sobre\\_la\\_Yu](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39302477/Apuntes_sobre_la_Yuca.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490734338&Signature=pTNCSCz%2F1yRD4nWAm%2B5t%2FvWEOjs%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DApuntes_sobre_la_Yu).

LETELIER, P. y PENADÉS, C., 2006. Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). [en línea], vol. 5. Disponible en: <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>.



- LOPEZ, J., 2002. Semilla Vegetativa de Yuca. *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Produccion, Procesamiento, Utilizacion y Comercializacion*. S.l.: s.n., pp. 49-75.
- MAIDA, E. y PACIENZA, J., 2015. Metodologías de desarrollo de software. *Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina* [en línea], pp. 116. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/metodologias-desarrollo-software.pdf>.
- MARCILLO JARAMILLO, J.N., 2017. *Desarrollo de una aplicación móvil con promociones y toma de pedidos para servicios de catering*. S.l.: s.n.
- MEJÍA DE TAFUR, M.S., 2002. Fisiología de la yuca (Manihot esculenta Crantz). *La Yuca en el tercer Milenio: Sistemas Modernos de Produccion, Procesamiento, Utilizacion y Comercializacion* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 34-45. Disponible en: [https://scholar.google.es/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=ZDncHE8AAAAJ&citation\\_for\\_view=ZDncHE8AAAAJ:r0BpntZqJG4C](https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=ZDncHE8AAAAJ&citation_for_view=ZDncHE8AAAAJ:r0BpntZqJG4C).
- MORALES, R.A., ZOROGASTÚA, P., DE MENDIBURU, F. y QUIROZ, R., 2018. Producción Mecanizada De Maíz, Camote Y Yuca En La Costa Desértica Peruana: Estimación De La Huella De Carbono Y Propuestas De Mitigación Mechanized Production of Maize, Sweet Potato and Cassava in the Peruvian Desert Coast: Estimation of the Carbon Footp. *Ecología Aplicada* [en línea], vol. 17, no. 1. ISSN 1993-9507. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v17i1.1169>.
- PEREYRA, M.E., 2020. *Detección de enfermedades en cultivos mediante Machine Learning*. S.l.: s.n.
- PÉREZ, A., 2017. ¿Cuáles son los tipos de aplicaciones móviles? - 480 Cuatroochenta. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2021]. Disponible en: <https://cuatroochenta.com/cuales-son-los-tipos-de-aplicaciones/>.
- PRESSMAN, R.S., 2010. *Ingeniería de Software un enfoque práctico*. 7. S.l.: s.n. ISBN 9786071503145.

- RAMOS DIAZ, J.V.E., 2020. *Algoritmo integrado con Inteligencia Artificial apoyado en mano robótica para el reconocimiento de la madurez del tomate*. [en línea]. S.I.: Universidad Peruana Union. Disponible en: [papers2://publication/uuid/45D7E632-B571-4218-9E47-8B4457FEA9D3](https://papers2://publication/uuid/45D7E632-B571-4218-9E47-8B4457FEA9D3).
- RODRIGUES, P., 2018. *Inteligencia Artificial: Como cambiará el mundo (y tu vida)* [en línea]. S.I.: RIZZO, Jorge. ISBN 9788423429448. Disponible en: [https://www.amazon.es/Inteligencia-artificial-cambiará-mundo-colección/dp/842342944X/ref=sr\\_1\\_1?\\_\\_mk\\_es\\_ES=ÅMÅŽÕÑ&crd=1Q88AMU25RMZR&dchild=1&keywords=inteligencia+artificial+como+cambiar+tu+vida&qid=1630943010&s=books&sprefix=inteligencia+ar%2Cstripbooks](https://www.amazon.es/Inteligencia-artificial-cambiará-mundo-colección/dp/842342944X/ref=sr_1_1?__mk_es_ES=ÅMÅŽÕÑ&crd=1Q88AMU25RMZR&dchild=1&keywords=inteligencia+artificial+como+cambiar+tu+vida&qid=1630943010&s=books&sprefix=inteligencia+ar%2Cstripbooks).
- ROUHIAINEN, L., 2018. *Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro* [en línea]. S.I.: s.n. ISBN 9788417568085. Disponible en: [https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros\\_contenido\\_extra/40/39307\\_Inteligencia\\_artificial.pdf](https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf).
- SAMPIERI HERNANDEZ, R., COLLADO FERNANDEZ, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodologia de la investigacion*. 6. Mexico: s.n. ISBN 9780415475976.
- SENASA, 2020. Madre de Dios: MINAGRI articuló acciones para controlar plagas en cultivos de Yuca. [en línea]. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/madre-de-dios-minagri-articulo-acciones-para-controlar-plagas-en-cultivos-de-yuca/>.
- SINGH, P. y MANURE, A., 2020. *Learn TensorFlow 2.0: Implement Machine Learning and Deep Learning Models with Python*. S.I.: s.n. ISBN 9781484255605.
- SOMMERVILLE, I., 2005. *INGENIERIA DEL SOFTWARE. Séptima edición* [en línea]. 2005. S.I.: s.n. ISBN 8478290745. Disponible en: [http://danielr.obolog.es/ingenieria-software-355416%5Cnhttp://fondoeditorial.uneg.edu.ve/citeg/numeros/c02/c02\\_art10.pdf](http://danielr.obolog.es/ingenieria-software-355416%5Cnhttp://fondoeditorial.uneg.edu.ve/citeg/numeros/c02/c02_art10.pdf).

TORRES, M., PAZ, K. y SALAZAR, F.G., 2011. METODOS DE RECOLECCION DE DATOS PARA UNA INVESTIGACION. [en línea], pp. 1-12. Disponible en: [http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL\\_03\\_BAS01.pdf](http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf).

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Con que precisión un modelo de Red Neuronal Convolutacional integrada a una aplicación móvil detectará la enfermedad del mosaico común a través de las hojas en la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>)?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar con que precisión un modelo de Red Neuronal Convolutacional integrada a una aplicación móvil detectará la enfermedad del mosaico común a través de las hojas en la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>).</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El modelo de Red Neuronal Convolutacional integrado a una aplicación móvil es eficaz en la detección de la enfermedad del mosaico en la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>).</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Enfermedad del mosaico común.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>Enfermedad</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Manchas Foliares</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Aplicada</p>
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿En qué magnitud es eficiente un modelo de Red Neuronal Convolutacional</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar en qué magnitud es eficiente un modelo</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Específicas:</b></p>	<p><b>Variable Interviniente:</b></p> <p>Modelo de Red Neuronal Convolutacional.</p>	<p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>cuasiexperimental, con grupo de control.</p> <p><b>Métodos de recolección de datos.</b></p> <p>Encuestas</p>

<p>para la clasificación de imágenes de las hojas enfermas de la planta de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) con respecto de las sanas?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿En qué medida la usabilidad de la aplicación móvil garantizará una buena experiencia al usuario en la detección de la enfermedad del mosaico a través de las hojas de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>)?</li> </ul>	<p>de Red Neuronal Convolutiva para la clasificación de imágenes de las hojas enfermas de la planta de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) con respecto de las sanas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar en qué medida la usabilidad de la aplicación móvil garantizará una buena experiencia al usuario en la detección de la enfermedad del mosaico a través de las hojas de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo de Red Neuronal Convolutiva es eficiente en la clasificación de imágenes de las hojas enfermas de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) con respecto de las sanas</li> <li>• La usabilidad de la aplicación móvil garantizará una buena experiencia al usuario en la detección de la enfermedad del mosaico a través de las hojas de la yuca (<i>Manihot Esculenta</i>)</li> </ul>	<p><b>Dimensiones:</b> Eficacia de la red</p> <p><b>Indicadores:</b> -Pérdida (Loss) -Exactitud (Accuracy)</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Detección de la enfermedad del mosaico común.</p> <p><b>Dimensiones:</b> Calidad del software</p> <p><b>Indicadores:</b> - Funcionalidad - Usabilidad - Eficiencia - Portabilidad</p>	<p><b>Técnicas de Recolección de datos</b></p> <p>Cuestionarios</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------