

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



**SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA APOYAR EN LA
IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL
CULTIVO DE SANDÍA EN EL DISTRITO DE FERREÑAFE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR
JESUS ENRIQUE PISCOYA FERREÑAN**

**ASESOR
Mgtr. CARLOS RODAS DÍAZ**

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perderme en el intento.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

EPÍGRAFE

“Estoy en deuda con mis padres por vivir, pero con mis maestros por vivir bien.”
Alejandro Magno

AGRADECIMIENTOS

Al dueño del cultivo por su apoyo y permitir que pueda realizar esta investigación dentro de sus campos. A los docentes quienes me transmitieron sus conocimientos en cada clase durante mi carrera universitaria. A mi asesor Carlos Rodas Díaz por la paciencia que me dedicó y su guía durante la realización de mi investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
	2.1. ANTECEDENTES.....	3
	2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	6
	2.2.1. SANDÍA.....	6
	2.2.2. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE SANDÍA	6
	2.2.2.1. DETECCIÓN DE PLAGAS	7
	2.2.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN	8
	2.2.3.1. TIPOS DE APLICACIONES.....	8
	A. APLICACIONES MÓVILES	8
	2.2.4. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	9
	2.2.4.1. PHP.....	9
	2.2.4.2. JAVA	9
	2.2.5. MANEJADORES DE BASE DE DATOS	10
	2.2.5.1. POSTGRESQL.....	10
	2.2.6. INTELIGENCIA ARTIFICIAL	10
	2.2.7. VISIÓN ARTIFICIAL.....	11
	2.2.7.1. MÉTODOS	12
	A. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES	12
	B. ALGORITMO DE SELECCIÓN ORB	13
	2.2.8. REDES NEURONALES.....	14
	2.2.8.1. VENTAJAS:.....	15
	2.2.8.2. TIPOS DE APRENDIZAJE	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
	3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	16
	3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
	3.1.2. HIPÓTESIS.....	16
	3.2. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	16
	3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	16
	3.3.1. Población.....	16

3.3.2. Muestra.....	17
3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	17
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	17
3.5.1. VARIABLES	17
3.5.1.1. Variable independiente	17
3.5.1.2. Variable dependiente	17
3.5.2 INDICADORES	18
3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	19
3.7. PROCEDIMIENTOS	19
3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	20
3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	20
3.10. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	21
IV. RESULTADOS	22
4.1. REQUERIMIENTOS.....	22
4.1.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	22
4.1.2. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES.....	22
4.1.3. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	23
4.1.3.1 REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO	23
4.1.3.2. REQUERIMIENTOS PARA EL FUNCIONAMIENTO.....	24
4.1.3.3 REQUERIMIENTOS DE HOSTING	24
4.2. REPRESENTACIÓN DE IMÁGENES.....	25
4.3. PROCESAMIENTO LA IMAGEN	33
4.4. ANÁLISIS LA IMAGEN.....	34
4.4.1. INTERFAZ DE ANÁLISIS DE IMAGEN.....	35
4.4.1.2. FUNCIONES:.....	35
4.4.2. INTERFAZ DE INFORMACIÓN DE PLAGA.....	36
4.4.3. INTERFAZ DE CÓMO LLEGAR A LA TIENDA DE AGROQUÍMICOS	37
4.5. DEMOSTRACIÓN DE OBJETIVOS.....	38
4.5.1. INCREMENTAR EL NIVEL DE INFORMACIÓN QUE SE TIENE ACERCA DE LA PLAGA O ENFERMEDAD IDENTIFICADA.	38
4.5.2. INCREMENTAR EL NIVEL DE INFORMACIÓN DEL AGROQUÍMICO QUE SE APLICARÁ SEGÚN LA PLAGA O ENFERMEDAD IDENTIFICADA.	39

4.5.3. REDUCIR EL TIEMPO PROMEDIO UTILIZADO POR EL AGRICULTOR PARA DE LA IDENTIFICACIÓN DE UNA PLAGA O ENFERMEDAD EN EL CULTIVO DE SANDÍA.....	40
4.5.4. REDUCIR COSTOS EN CONTRATACIONES DE MANO DE OBRA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE SANDÍA.....	41
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
6.1. CONCLUSIONES.....	44
6.2. RECOMENDACIONES.....	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VIII. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN EL CULTIVO DE SANDÍA	8
TABLA 2 DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	17
TABLA 3 INDICADORES	19
TABLA 4 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	20
TABLA 5 PLANTAS CUCÚRBITAS.....	48
TABLA 6 PRINCIPALES PLAGAS DE LA SANDÍA EN ESTUDIO.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ETAPAS PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES.....	13
FIGURA 2: ORB PATRON DE MATCHEO	14
FIGURA 3: SURF PATRÓN DE MATCHEO.....	15
FIGURA 4: ESQUEMA DE UNA NEURONA ARTIFICIAL.....	15
FIGURA 5: IMAGEN CON PLAGA DENOMINA: CHUPADERA.....	25
FIGURA 6: HOJA DE SANDÍA CON ENFERMEDAD DENOMINADA OÍDIUM.....	25
FIGURA 7: SPLASH SCREEN.....	26
FIGURA 8: INTERFAZ PRINCIPAL.....	27
FIGURA 9: INTERFAZ DE USUARIO ADMINISTRADOR.....	28
FIGURA 10: INTERFAZ DEL MENU ADMINISTRADOR.....	28
FIGURA 11: INTERFAZ DE CAPTURA DE IMÁGENES.....	29
FIGURA 12: INTERFAZ DE ENTRENAMIENTO DE LA RED NEURONAL.....	30
FIGURA 13: PERCEPTRON SIMPLE.....	30
FIGURA 14: CONSOLA CON LOS DATOS OBTENIDOS POR ANDROID STUDIO.....	31
FIGURA 15: INTERPRETACIÓN GRAFICA DE CÓMO FUNCIONA LA WEBSERVICES.....	31
FIGURA 16: ALMACENAMIENTO EN LA BASE DE DATOS – COLUMNA RED_NEURONAL_DATOS_PLAGA_ENFERMEDAD.....	32
FIGURA 17: IMAGEN DE SANDÍA CON PATRONES IDENTIFICADOS, ALGORITMO DE SELECCIÓN ORB	32
FIGURA 18: PLANTA DE SANDÍA ENCONTRADA EN LA BASE DE DATOS.....	34
FIGURA 19: INTERFAZ DE INFORMACIÓN PARA EL USUARIO	35
FIGURA 20: INTERFAZ DE INFORMACIÓN DE PLAGA O ENFERMEDAD.....	36
FIGURA 21: INTERFAZ DE INFORMACIÓN DE AGROQUÍMICO.....	37
FIGURA 22: IDENTIFICACIÓN DE PLAGA DENOMINADA: PULGÓN.....	38
FIGURA 23: PLAGA BOTRYTIS CINÉREA IDENTIFICADA.....	39
FIGURA 24: RESPUESTA 1, ENCUESTA ANEXO 3	50
FIGURA 25: RESPUESTA 2, ENCUESTA ANEXO 3	50
FIGURA 26: RESPUESTA 3, ENCUESTA ANEXO 3	51
FIGURA 27: RESPUESTA 4, ENCUESTA ANEXO 3	51
FIGURA 28: RESPUESTA 5, ENCUESTA ANEXO 3	51
FIGURA 29: RESPUESTA 6, ENCUESTA ANEXO 3	52
FIGURA 30: RESPUESTA 7, ENCUESTA ANEXO 3	52
FIGURA 31: RESPUESTA 8, ENCUESTA ANEXO 3	52
FIGURA 32: RESPUESTA 9, ENCUESTA ANEXO 3	53

FIGURA 33: RESPUESTA 10, ENCUESTA ANEXO 3	53
FIGURA 34: BASE DE DATOS	55
FIGURA 35: PROFORMA ANÁLISIS AGRÓNOMO	57
FIGURA 36: RESPUESTA 1, ENCUESTA ANEXO 9	59
FIGURA 37: RESPUESTA 2, ENCUESTA ANEXO 9	59
FIGURA 38: RESPUESTA 3, ENCUESTA ANEXO 9	59
FIGURA 39: RESPUESTA 4, ENCUESTA ANEXO 9	60
FIGURA 40: RESPUESTA 5, ENCUESTA ANEXO 9	60
FIGURA 41: RESPUESTA 6, ENCUESTA ANEXO 9	60
FIGURA 42: RESPUESTA 7, ENCUESTA ANEXO 9	61
FIGURA 43: RESPUESTA 8, ENCUESTA ANEXO 9	61
FIGURA 44: RESPUESTA 9, ENCUESTA ANEXO 9	61

RESUMEN

La comunidad de agricultores sembradores de Sandía, cada día se enfrentan a mayores retos que implican el manejo de enormes volúmenes de datos que crecen de manera exponencial en tamaño y complejidad, es así que uno de los problemas en los cultivos es la correcta identificación y suministración de agroquímicos que se les provee a las plagas o enfermedades en el cultivo de Sandía. La identificación hasta hoy se realiza de forma visual por los agricultores siendo una limitante en cuanto al correcto reconocimiento de la plaga o enfermedad y por consecuencia la utilización de un agroquímico incorrecto.

Este proyecto desarrolló una aplicación móvil para identificar y brindar el agroquímico correcto para las plagas o enfermedades del cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe. Utilizando características consecuentes del agente hospedante en el cultivo de sandía y los algoritmos de la inteligencia artificial, se pretende hallar patrones relevantes en las imágenes de forma rápida y confiable.

El software realizará una búsqueda en los repositorios de datos previamente registrados, una vez capturada la imagen, esta se procesará en busca de patrones que los compare e identifique. Así mismo se realizará un análisis interno para identificar qué tipo de plaga o enfermedad está atacando el cultivo de sandía. Esto apoyará a los agricultores a la correcta identificación de plagas o enfermedades con la intención de suministrar el agroquímico correcto.

PALABRAS CLAVES: Inteligencia Artificial, Sandía, Agroquímico, Aplicación Móvil

ABSTRACT

The community of farmers sowing watermelon, every day face greater challenges that involve the handling of huge volumes of data that grow exponentially in size and complexity, so one of the problems in crops is the correct identification and supply of agrochemicals that are provided to pests or diseases in the watermelon crop. The identification until today is done in a visual way by the farmers being a limitation in the correct recognition of the pest or disease and consequently the use of an incorrect agrochemical.

This project developed a mobile application to identify and provide the correct agrochemical for the pests or diseases of the Watermelon crop in the district of Ferreñafe. Using consistent characteristics of the host agent in watermelon culture and artificial intelligence algorithms, it is intended to find relevant patterns in the images quickly and reliably.

The software will perform a search in previously registered data repositories, once the image is captured, it will be processed in search of patterns that compare and identify them. Likewise, an internal analysis will be carried out to identify what type of pest or disease is attacking the watermelon crop. This will help farmers to correctly identify pests or diseases with the intention of supplying the correct agrochemical.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Watermelon, Agrochemical, Mobile Application.

I. INTRODUCCIÓN

Las plagas o enfermedades son uno de los principales problemas fitosanitarios que ocasionan pérdida de cosechas de hasta el 30% a nivel mundial. Si se considera que las plantas cultivadas le proporcionan al ser humano una parte fundamental de su dieta y que aportan a los países productores importantes divisas, se puede concluir que el daño causado por las plagas no solo tiene un impacto social, sino que también económico [1].

Una plaga es una combinación entre un patógeno virulento, un hospedante y un clima favorable. A esto se le llama el triángulo de la enfermedad siendo el hospedante el cultivo. El Ambiente son las condiciones climáticas que muchas veces favorecen la proliferación de las plagas. Los factores más favorables para las plagas son la lluvia, rocío, humedad relativa, además de la temperatura que es responsable del desencadenamiento de la infección, esporulación y de la velocidad [2].

La identificación de plagas a ciencia cierta se ha convertido en un dilema para los agricultores que cada día se enfrentan a nuevos retos por mantener vivos los cultivos [1], En la actualidad el agricultor se basa en su percepción visual para la identificación de plagas y enfermedades que estén presente en su cultivo, este proceso puede durar entre 25 a 30 minutos (Anexo 4) e inclusive no llegan a una identificación correcta. Así mismo algunos agricultores requieren la presencia de personas que tienen cierto conocimiento de plagas y enfermedades mayormente personas dedicadas al rubro de ventas de agroquímicos, quienes acuden a los terrenos a identificar la plaga o enfermedad que azota a los cultivos, generando un costo adicional ya que estas personas cobran por sus servicios.

Según [3], quien es ingeniero agrónomo perteneciente a la empresa Agrotec del Valle y uno de los agricultores con mayor productividad de sandía y arroz en el distrito de Ferreñafe nos indicó que una deficiencia que cometen los agricultores al identificar una plaga por percepción visual es que se basan en los efectos consecuentes de estas, es decir pueden confundir una plaga con una enfermedad, por ejemplo una consecuencia de la plaga llamada Mosca Minadora (*Liriomiza* spp) es dejar líneas o carriles de color blanco en la hoja, así mismo la consecuencia de la enfermedad llamada Oídio o Ceniza (*Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*) es dejar manchas blancas en la hoja, de esta manera el agricultor puede confundir el tipo de patógeno que está atacando a su cultivo y adquirir un agroquímico erróneo causando la no erradicación de la plaga, la muerte del cultivo o un gasto excesivo en su plan de cultivo.

En el marco de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, el manejo integrado de plagas y enfermedades propone utilizar todas las técnicas y métodos disponibles y compatibles entre sí, para mantener a la población vegetal de una plaga o enfermedad en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico [4], es por eso que con la intención de erradicar las plagas y enfermedades el agricultor adquiere cualquier producto agroquímico, sin embargo la falta de información sobre el patógeno que afecta el cultivo o en el agroquímico aplicable con respecto al empleo irracional, uso de mezclas inadecuadas, utilización de productos no efectivos, aplicación de químicos persistentes, equipo inadecuado,

incremento en la frecuencia y dosis de las aplicaciones provoca la eliminación de no solo insectos benéficos, sino también el surgimiento de la resistencia de las principales plagas a los plaguicidas, así también como la contaminación de agua, aire y suelo, acumulando residuos tóxicos además de ocasionar la intoxicación del hombre y su entorno [1].

Por lo expuesto, se ha considerado plantear la formulación del problema en la siguiente interrogante ¿De qué manera se puede apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe?, para la cual se ha definido la siguiente hipótesis: La creación de un sistema de visión artificial permitirá apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe.

Se planteó como objetivo general: “Crear un sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas o enfermedades que afectan al cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe”. Para lo cual se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Incrementar el nivel de información que se tiene acerca de la plaga o enfermedad identificada.
- Incrementar el nivel de información del agroquímico que se recomendará según la plaga o enfermedad identificada.
- Reducir el tiempo promedio utilizado por el agricultor para la identificación de una plaga o enfermedad en el cultivo de sandía.
- Reducir costos en contrataciones de mano de obra para la identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía.

Con respecto a la parte social, la cantidad de agricultores que presentan dificultades para la identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía se eleva constantemente, es por eso que se necesitan medios que apoyen en la identificación para prevenir complicaciones en todas las etapas de producción de este cultivo. Se espera que con este proyecto ayude no solo en la identificación sino también en la proporción de un agroquímico en base a la plaga o enfermedad identificada.

La presente tesis tiene por justificación tecnológica el desarrollo de un sistema de visión artificial que permita identificar las plagas y enfermedades del cultivo de sandía para que con esto los agricultores tengan una herramienta de apoyo para identificar con mejor precisión la plaga o enfermedad que ataca al cultivo, así mismo poder aplicar el agroquímico correspondiente, además de ello encontrar el lugar donde se pueda adquirir el producto marcando una ruta adecuada desde la posición actual donde se encuentra el agricultor hasta el lugar donde podrá adquirirlo.

Finalmente en el ámbito económico, el uso de este software permitirá al agricultor tener una herramienta complementaria, haciendo uso de ella podrá reducir costos de esfuerzo y mano de obra sobre todo en el tiempo del proceso de identificación de plagas y enfermedades del cultivo de sandía, así mismo con la recomendación y aplicación de los agroquímicos correctos podrá obtener una buena productividad al cosechar.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A nivel internacional en el trabajo realizado [5] explica la necesidad de reconocer imágenes que a simple vista son difíciles de identificar o por ignorancia, además de no saber la información relevante de las mismas, para eso se logró obtener la solución, diseñando un sistema de reconocimiento de imágenes para dispositivos móviles, con una conexión permanente con el servidor, que además debería poder adaptarse a cualquier tipo de imagen que se quiera identificar, aplicando métodos como la binarización y pixeleo de imágenes.

La investigación mencionada guarda relación con la investigación en estudio por la utilización de métodos que se aplica en el tratamiento de las imágenes, además de la permanente conexión a un servidor que nos servirá para el desarrollo de esta investigación.

Otra investigación realizada [6] donde aplica métodos de procesamiento de imágenes como detección de bordes utilizando descriptores elípticos de Fourier. Logrando solucionar la problemática de cómo saber el nombre de la especie botánica (común o científico), para esto es común el uso de guías de campo, pero estas guías suelen ser demasiado amplias y específicas a algún sector geográfico (en especial las impresas) por lo que es muy costoso utilizarlas para un usuario común sin mayores conocimientos en botánica. Finalmente se logró entregar resultados de búsqueda correctos con un margen de error de 4.4% en la especie consultada.

Se toma en consideración esta tesis ya que aplica técnicas de reconocimiento de imágenes como segmentación empleado en la identificación de bordes, diferenciando el fondo de la imagen con el fondo de la hoja, además clasifica a cada pixel por su brillo, esto quiere decir que para identificar una especie botánica se necesitan controles en base a colores y formas, siendo características importantes para un mejor reconocimiento de imágenes.

En la Tesis [7] donde propone mejorar el reconocimiento de objetos 2d mediante la detección de bordes en imágenes a color estudiando las características de adelgazamiento de bordes, se proponen importantes algoritmos para la extracción de los bordes de un objeto, del adelgazamiento de estos, del sistema de representación de contornos, etc., todo esto usando algoritmos de reconocimiento de patrones.

El presente trabajo desarrolla una metodología de reconocimiento de objetos bidimensionales basada en el uso de un algoritmo de detección de bordes en imágenes en color y en análisis de la curvatura de los puntos de los contornos. Es bastante relevante ya que permite una mejor obtención de objetos y un mejor reconocimiento de patrones.

A nivel Nacional la investigación realizada [8] utilizo métodos como el Método de extracción de regiones de imágenes, detección de bordes verticales y aplico la técnica Hough Transform logrando obtener la solución para la problemática de identificar placas de los autos en casos como infracciones de tránsito, robos o accidentes vehiculares. Finalmente, el autor concluyó que a pesar del tiempo promedio que se tuvo en el procesamiento es mayor a otras técnicas, el algoritmo es más complejo pero sofisticado debido a los múltiples análisis que debe realizar en cada una de las etapas.

Se tomó en consideración esta tesis ya que aplica la técnica Hough analizando patrones en cuanto a regiones de colores, así mismo el autor propone la construcción de un algoritmo que se ejecuta en el procesamiento de imágenes digitales basados en 4 etapas (entrada, umbralización automática, caracterización y salida). Por otro se recomienda usar imágenes con dimensión de 720 pixeles como mínimo de alto por 1280 pixeles de ancho para que el procesamiento no sea tan pesado y para tener una imagen aceptable calidad. De esta forma la presente investigación guarda cierto tipo de relación con el presente informe.

Otra investigación que se realizó [9] donde realizo un Sistema de Clasificación basado en visión por computador. Donde realiza un sistema automatizado controlado por visión artificial, utilizando hardware (sensor de luz, control de motor a pasos) y software (control por MATLAB). En el que el principio básico de funcionamiento es transportar objetos de color (rojo, verde y azul) por una faja transportadora, detectarlos con un sensor, capturar la imagen con una cámara web común, procesarla por MATLAB para clasificarlos en tres distintos contenedores. Con este proceso se logró una clasificación de objetos eficaz tanto en color y forma.

Este es otro antecedente directo, ya que se puede analizar como el sistema de visión artificial o visión por computador, realiza las tres etapas de recepción, procesamiento y análisis de imágenes, procedimiento que se usara para el desarrollo de la presente tesis.

A nivel local en la Tesis realizada [10] ofrece una alternativa eficiente a las empresas industriales en uno de sus procesos más importantes en el cual es la cloración del agua. Es así como desarrolla un sistema de visión artificial, basándose en el tratamiento de imágenes para mejorar el proceso antes mencionado obteniendo grandes resultados según enuncia las conclusiones en esta tesis que nos muestra un ahorro en coste, en tiempo y una mejor calidad del agua.

Esta tesis es otro antecedente directo, que trabaja bajo la misma metodología, permitiendo mejorar en eficacia y eficiencia la cloración del agua, además destaca el uso de redes neuronales el cual nos ayudará para desarrollar el sistema móvil.

Otra tesis que encontramos a nivel local [11] se realizó en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en Lambayeque, Perú en el 2009, por Shirley Vanesse Manosalva Delgado. La problemática a la que se pretende

apoyar en esta tesis es a mejorar el diagnóstico de nódulos pulmonares en imágenes de rayos X del tórax. Esta tesis usa la metodología de visión artificial, la cual consta de 2 etapas, las cuales se desarrollan en procesamiento digital de imágenes y análisis con reconocimiento de patrones. Con los algoritmos de PDI la máquina da aprendizaje para el reconocimiento de patrones, obtención de la información de objetos para la clasificación a través de rasgos.

Esta tesis no requiere de la primera etapa pues estas imágenes de rayos x son tomadas en diferido y enviadas al ordenador, sin embargo, sigue siendo un antecedente directo, que trabaja un sistema de visión artificial bastante interesante por la metodología que usa al implementar el software.

2.2. Bases teórico científicas

A continuación, presentaré las bases teóricas científicas que estarán compuestas por los principales constructos de esta investigación.

2.2.1. Sandía

La Sandía (*Citrulus vulgaris*), Es una planta perteneciente a la familia de las cucurbitáceas y tiene su origen en el desierto de Kalahari en el continente africano, donde aún, hoy en día crece en forma silvestre. Los primeros vestigios de su cultivo se encontraron concretamente en Egipto, desde 3000 años A.C., donde se extendió a numerosas regiones bañadas por el mar Mediterráneo. Los pobladores europeos fueron quienes la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo el continente. [12]

En el Perú la producción de Sandía bordea las 90789 toneladas métricas siendo el departamento de la Libertad el mayor productor de Sandía con aproximadamente 20484 toneladas métricas a diferencia del departamento de Lambayeque que cuenta con aproximadamente 2962 toneladas métricas de producción. [13]

Según [3] los frutos son normalmente redondos u ovalados con cáscara reticulada, los frutos pueden pesar entre 2.0 kl. A 15.0 kl. En el Perú, se siembra en la zona central y norte donde las temperaturas ascienden los 25 °C. Sus raíces penetran el suelo hasta 2 metros de profundidad, posee tallos herbáceos y rastreros que tienen una longitud desde los 1.5 metros hasta 3.5 metros.

Para la presente investigación se realizó estudios de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía de tipo Hardimora, cabe mencionar que existen muchos tipos y variedades de este cultivo y que para cada uno de ellos existen diferentes plagas y enfermedades que las atacan.

2.2.2. Plagas y enfermedades en el cultivo de Sandía

Uno de los mayores desafíos de la agricultura actual es lograr una productividad elevada conservando los recursos naturales. La sustentabilidad agrícola requiere que la misma sea suficientemente productiva, económicamente viable, conserve la base de recursos naturales y preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global. Además, debe contemplar la diversidad socio-cultural en la búsqueda de alternativas productivas [14].

El cultivo de sandía es un fruto muy delicado y propenso a plagas o enfermedades que atacan múltiples zonas de su cuerpo vegetal, sobre todo en sus hojas, a continuación, detallamos de qué forma son detectadas las plagas o enfermedades.

2.2.2.1. Detección de plagas

Según [3] en la entrevista realizada, la forma en que un agricultor detecta una plaga en su cultivo es de forma visual, primero recorre el campo y observa cada cultivo con la intención de encontrar algo diferente basados en su experiencia, pero muchas veces hay plagas o enfermedades que coinciden en sus efectos, por ejemplo el amarillamiento en las hojas es usual en plagas como “pulgonés” y en enfermedades como el “fusayo”, el agricultor inexperto puede cometer el error de confundir y suministrar un agroquímico incorrecto.

Tabla 1: Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de Sandía

Nombre Común	Nombre Científico	Efectos
Pulgonés	<i>Aphis Frangulae</i> Kalt.	Producen abarquillamiento de las hojas, amarillamientos, debilitamientos, etc.
Mosca blanca de los invernaderos	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw	Deteriora las hojas
Gusanos grises	<i>Agrotis sp</i>	Atacan a las plantas de la sandía cuando son jóvenes, devorando el tallo e incluso las hojas.
Araña roja	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Puede atacar al cultivo de manera que puede reducir muy drásticamente la producción.
Orugas	<i>Autographa gamma</i>	Nos encontramos con unas perforaciones de tamaño considerable por donde, a veces, podemos ver a la oruga zamparse nuestro fruto.
Mosca minadora	<i>Liriomyza Spp.</i>	Hace galerías claras y sinuosas en las hojas.
Trips de las flores	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Las plantas dañadas presentan hojas con pequeñas manchas plateadas e irregulares, que corresponden con lesiones en el envés.
Mildiu	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Este hongo hace que aparezcan unas manchas verde claro en el haz de las hojas que pasan a ser amarillentas y redondas.
Oídio o ceniza	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Producen manchas blanquecinas, redondeadas y pulverulentas a ambos lados de la hoja, como si fueran copos de nieve.

2.2.3. Sistema de Información

Los sistemas de información (SI) son un conjunto de elementos o componentes interrelacionados para recolectar (entrada), manipular (procesamiento) y diseminar (salida) datos e información, que cuenta además con un mecanismo de retroalimentación para el cumplimiento de un objetivo. Estos ayudan a cambiar la manera de trabajar en las organizaciones. [15]

El objetivo de los Sistema de información es facilitar y ejecutar automáticamente procesos que constantemente se realizan de forma manual, mediante la dotación de la información adecuada, con la calidad suficiente, a la persona apropiada, en el momento y lugar oportuno, y con el formato más útil para el usuario.

2.2.3.1. Tipos de aplicaciones

Las aplicaciones son aquellas que permiten a los usuarios llevar a cabo una o varias tareas específicas, en cualquier campo de actividad susceptible de ser automatizado o asistido, con especial énfasis en los negocios. [16]

Entre los tipos de aplicaciones tenemos:

- Aplicaciones de escritorio
- Aplicaciones web
- Aplicaciones móviles

Para el desarrollo de la presente tesis se implementará una aplicación móvil con el fin de que el agricultor tenga mayor accesibilidad y comodidad en el uso de la aplicación.

a. Aplicaciones Móviles

Las aplicaciones móviles son conjuntos de instrucciones lógicas, procedimientos, reglas, documentación, datos e información asociada a estas que funcionan específicamente en dispositivos móviles, como por ejemplo teléfonos inteligentes, televisores inteligentes, tabletas, entre otros. Una aplicación móvil debe ser desarrollada específicamente para tener disponibilidad en todo momento, en todo lugar y estar en constante cambio de acuerdo a las necesidades de los usuarios. [17]

A mi criterio, una aplicación móvil específicamente debe mejorar la experiencia del usuario. Son muy utilizadas y sobre todo más accesible que una aplicación web o de escritorio.

Existen 3 tipos de aplicaciones móviles:

- Aplicaciones nativas
- Aplicaciones web
- Aplicaciones híbridas

Para el desarrollo de la presente tesis se utilizó el tipo de aplicación nativas ya que en nuestra encuesta realizada, en su totalidad, los agricultores utilizan celulares con sistema operativo Android, es decir, entre las ventajas de este tipo de aplicaciones destacan que aprovechan las funcionalidades del dispositivo y que pueden funcionar sin conexión a Internet. [18]

A mi criterio las aplicaciones presentan un mayor rendimiento dentro de los sistemas operativos porque tiene acceso a todos los recursos del teléfono, permite las notificaciones push, resulta más sencillo seguir una línea de diseño si es que te guías en una plataforma específica, brinda una mejor experiencia al usuario, permite desarrollar actualizaciones constantes para beneficio de las personas y no requieren de una conexión a internet para funcionar.

2.2.4. Lenguajes de Programación

Según [19] un lenguaje de programación es un idioma artificial diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras, pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana, está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Al proceso por el cual se escribe, se prueba, se depura, se compila (de ser necesario) y se mantiene el código fuente de un programa informático se le llama programación.

2.2.4.1. PHP

Es un lenguaje de script incrustado dentro del HTML. La mayor parte de su sintaxis ha sido tomada de C, Java y Perl con algunas características específicas de sí mismo. La meta del lenguaje es permitir rápidamente a los desarrolladores la generación dinámica de páginas [20].

2.2.4.2. JAVA

Java es un lenguaje de desarrollo de propósito general, y como tal es válido para realizar todo tipo de aplicaciones profesionales. Una de las características más importantes es que los programas “ejecutables”, creados por el compilador de Java, son independientes de la arquitectura. Se ejecutan indistintamente en una gran variedad de equipos con diferentes microprocesadores y sistemas operativos [21]

Para la realización del sistema móvil se empleó el lenguaje java, tomando en cuenta que nuestra aplicación es de tipo nativa, así mismo se utilizó el lenguaje PHP para nuestra web Service quien hará la conexión entre nuestra aplicación y el servidor de datos.

2.2.5. Manejadores de Base de Datos

Los SMBD (sistemas manejadores de base de datos) se han incrementado en los últimos años de forma drástica, pues claro está que cada vez más empresas requieren de software para registrar sus datos, presentan además una interfaz razonable y comprensible para cualquier usuario, debemos mencionar que hay distintos gestores de base de datos, entre ellos se encuentran los de código libre, es decir, pueden ser usados de forma gratuita, los que requieren una licencia comercial, así como los que se pueden usar en forma de software de instalación, u otros que su utilizan desde un navegador predeterminado.

El SMBD es un conjunto de programas que se encargan de manejar la creación y todos los accesos a las bases de datos. El objetivo principal del sistema gestor de base de datos es proporcionar una forma de almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto práctica como eficiente. Se compone de un lenguaje de definición de datos (DDL: Data Definition Language), de un lenguaje de manipulación de datos (DML: Data Manipulation Language) y de un lenguaje de consulta (SQL: Structured Query Language) [22].

2.2.5.1. PostgreSql

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos de software libre, publicado bajo la licencia BSD. Como otros proyectos open source, el desarrollo de PostgreSQL no es manejado por una sola compañía, sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las cuales trabajan en su desarrollo. Dicha comunidad es denominada el PGDG (PostgreSQL Global Development Group) [23].

Las razones por las cuales se optó la utilización de este manejador de base de datos son que está desarrollado bajo código abierto, lo podemos descargar sin ningún tipo de costo, así mismo es multiplataforma es decir su funcionamiento rinde muy bien ante cualquier sistema operativo, por otro lado, es un gestor que no presenta problemas en cuanto a los volúmenes de datos, sea pequeño el proyecto o muy grande el manejador funcionara sin problemas.

2.2.6. Inteligencia Artificial

Según [24] la inteligencia artificial es la creación de elementos que posean un comportamiento inteligente y como tal posee aprendizaje, capacidad de adaptación a entornos cambiantes, creatividad, etc., además, la IA es muy interdisciplinar, y en ella intervienen disciplinas tan variadas como la Neurociencia, la Psicología, las Tecnologías de la Información, la Ciencia Cognitiva, la Física, las Matemáticas, etc.

También existen distintos tipos de percepciones y acciones, pueden ser obtenidas y producidas, respectivamente por sensores físicos y sensores mecánicos en máquinas, pulsos eléctricos u ópticos en computadoras, tanto

como por entradas y salidas de bits de un software y su entorno software. Varios ejemplos se encuentran en el área de control de sistemas, planificación automática, la habilidad de responder a diagnósticos y a consultas de los consumidores, reconocimiento de escritura, reconocimiento del habla y reconocimiento de patrones. Los sistemas de IA actualmente son parte de la rutina en campos como economía, medicina, ingeniería y la milicia, y se ha usado en gran variedad de aplicaciones de software, juegos de estrategia como ajedrez de computador y otros videojuegos [25].

2.2.7. Visión Artificial

La visión artificial, también conocida como visión por computador (del inglés computer vision) o visión técnica, es un subcampo de la inteligencia artificial. El propósito de la visión artificial es programar un computador para que "entienda" una escena o las características de una imagen. [26]

Los objetivos típicos de la visión artificial incluyen:

- La detección, segmentación, localización y reconocimiento de ciertos objetos en imágenes (por ejemplo, rostros).
- Registro de diferentes imágenes de una misma escena u objeto, es decir, hacer concordar un mismo objeto en diversas imágenes.
- Seguimiento de un objeto en una secuencia de imágenes.
- Mapeo de una escena para generar un modelo tridimensional de la escena; este modelo podría ser usado por un robot para navegar por la escena.
- Búsqueda de imágenes digitales por su contenido.

Según [26] Un sistema de visión artificial se compone básicamente por:

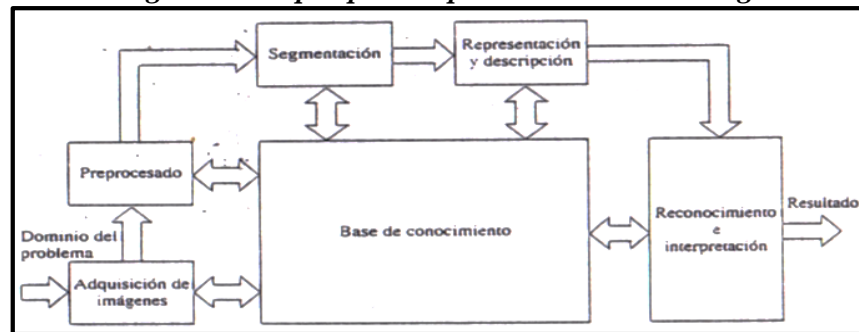
- Sistema de iluminación: Proporciona unas condiciones de iluminación uniforme e independiente del entorno, permitiendo o facilitando la extracción de los rasgos de interés para una determinada aplicación. En nuestro caso utilizaremos un fondo blanco como escenario para la captura de imágenes
- Captura de imagen: Conjunto encargado de recoger la característica del objeto en estudio y proporcionar los datos para su procesado, por medio de una imagen digital.
- Procesado de imagen: Conjunto de algoritmos y transformaciones necesarias para realizar el análisis de la imagen y de este modo extraer la información de las imágenes capturadas, con el fin de obtener los resultados para los que haya sido diseñado.

2.2.7.1. Métodos

a. Procesamiento de Imágenes digitales

Según [27] una imagen digital es una imagen $f(x, y)$ que se ha discretizado tanto en las coordenadas espaciales como en el brillo. Una imagen digital puede considerarse como una matriz cuyos índices de fila y columna identifican un punto de la imagen, y el valor del correspondiente elemento de la matriz indica el nivel de gris en ese punto. Los elementos de una distribución digital de este tipo se denominan elemento de la imagen, o más comúnmente pixels o pels.

Figura 1: Etapas para el procesamiento de imágenes



Fuente: [27]

A continuación, según [27] detalla cada etapa del procesamiento de datos:

▪ Adquisición de la Imagen

Es la primera etapa del proceso, y se refiere a la adquisición de una imagen digital. Para lo cual se necesita un sensor de imágenes y la posibilidad de digitalizar la señal producida por el sensor. Si la salida del sensor (por ejemplo una cámara) no es digital, puede emplearse un convertidor analógico-digital para digitalizarla.

▪ Procesamiento

Es la etapa que le sigue a la adquisición, y su función básica es la de mejorar la imagen de forma que se aumenten las posibilidades de éxito en los procesos posteriores.

▪ Segmentación

Consiste en partir una imagen de entrada en sus partes u objetos constituyentes. En general, la segmentación autónoma es una de las labores más difíciles del tratamiento digital de imágenes.

- **Representación y descripción**

De la etapa anterior, se obtienen los datos de pixel en bruto, por lo cual, en esta nueva etapa, se deben convertir los datos de alguna manera adecuada para su procesamiento por computadora. Como primer paso, se debe decidir la representación de los datos: como un contorno, como una región completa, o bien una combinación de ambas. El segundo paso para lograr dicha transformación, es especificar un método para describir los datos de forma que se resalten los rasgos de interés. La descripción, también llamada criterio de selección, consiste en extraer rasgos con alguna información cuantitativa de interés o que sean fundamentales para diferenciar una clase de objetos de otra.

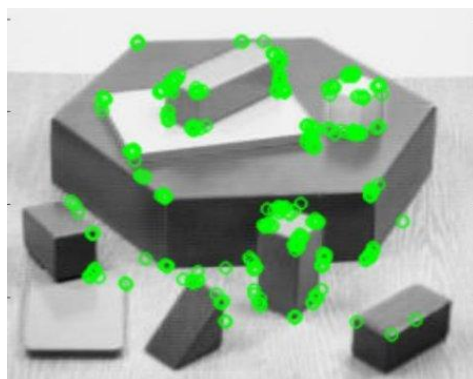
- **Reconocimiento e interpretación**

Esta es la última etapa. El reconocimiento es el proceso que asigna una etiqueta a un objeto basándose en la información proporcionada por sus descriptores. La interpretación implica asignar significado a un conjunto de objetos reconocidos.

b. Algoritmo de Selección ORB

Es un descriptor binario destacado por su velocidad, se encuentra basado en los algoritmos Rotated BRIEF y oriented FAST una de sus características principales es la eficiencia del uso de memoria cuando realiza cálculos y/o almacenamiento. Este algoritmo de descriptores, compara cadenas que realiza mediante el cálculo de distancias de Hamming, para el recuento de bits, que se puede realizar extremadamente rápido con los nuevos procesadores [28].

Figura 2: ORB patron de Matcheo



Fuente: [28]

c. Algoritmo de SURF

Según [29] el algoritmo SURF es un fuerte detector de características, que actualmente es utilizado para reconocimiento de objetos o reconstrucción en 3D. Está basado en parte en el descriptor SIFT, pero es varias veces más rápido y mucho más robusto al momento de comparar diferentes tipos de imágenes.

El algoritmo SURF se encuentra basado en sumas de respuestas wavelet Haar 2D, haciendo un uso eficiente de las imágenes integradas. Utiliza una aproximación de un número entero para poder hacer uso del determinante Hessiano, que sirve para obtener el detector diferencial de las regiones. Puede ser extremadamente rápido en una imagen integral [29]

Figura 3: SURF patrón de Matcheo

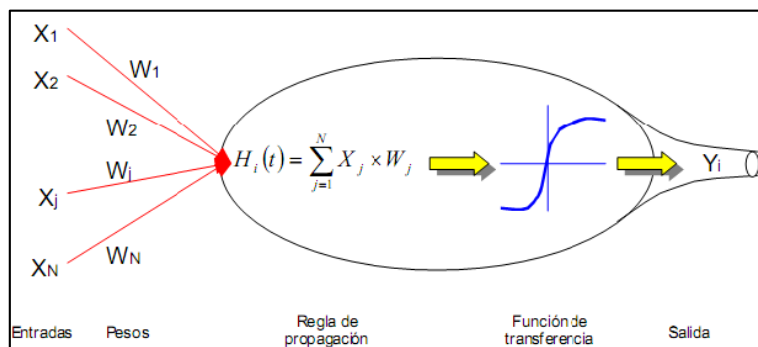


Fuente: [29]

2.2.8. Redes Neuronales

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) o sistemas conexionistas son sistemas de procesamiento de la información cuya estructura y funcionamiento están inspirados en las redes neuronales biológicas. Consisten en un conjunto de elementos simples de procesamiento llamados nodos o neuronas conectadas entre sí por conexiones que tienen un valor numérico modificable llamado peso. [30]

Figura 4: Esquema de una neurona artificial



Fuente: [31]

2.2.8.1. Ventajas:

- **Aprendizaje:** Las RNA tienen la habilidad de aprender mediante una etapa que se llama etapa de aprendizaje. Esta consiste en proporcionar a la RNA datos como entrada a su vez que se le indica cuál es la salida (respuesta) esperada.
- **Tiempo real:** La estructura de una RNA es paralela, por lo cual si esto es implementado con computadoras o en dispositivos electrónicos especiales, se pueden obtener respuestas en tiempo real.
- **Auto organización:** Una RNA crea su propia representación de la información en su interior, descargando al usuario de esto.
- **Flexibilidad:** Una RNA puede manejar cambios no importantes en la información de entrada, como señales con ruido u otros cambios en la entrada (por ejemplo, si la información de entrada es la imagen de un objeto, la respuesta correspondiente no sufre cambios si la imagen cambia un poco su brillo o el objeto cambia ligeramente).
- **Tolerancia a fallos:** Debido a que una RNA almacena la información de forma redundante, ésta puede seguir respondiendo de manera aceptable aun si se daña parcialmente.

2.2.8.2. Tipos de aprendizaje

- **Redes híbridas:** son un enfoque mixto en el que se utiliza una función de mejora para facilitar la convergencia. Un ejemplo de este último tipo son las redes de base radial.
- **Aprendizaje reforzado:** se sitúa a medio camino entre el supervisado y el auto organizado.
- **Aprendizaje supervisado:** necesitan un conjunto de datos de entrada previamente clasificado o cuya respuesta objetivo se conoce. Ejemplos de este tipo de redes son: el perceptrón simple, la red Adaline, el perceptrón multicapa, red backpropagation, y la memoria asociativa bidireccional.
- **Aprendizaje no supervisado o auto organizado:** no necesitan de tal conjunto previo. Ejemplos de este tipo de redes son: las memorias asociativas, las redes de Hopfield, la máquina de Boltzmann y la máquina de Cauchy, las redes de aprendizaje competitivo, las redes de Kohonen o mapas auto organizados y las redes de resonancia adaptativa (ART).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de Investigación es Tecnológica Aplicada, se usó un aplicativo móvil para apoyar al agricultor en la identificación de plagas en el cultivo de Sandía, optimizando el tiempo de búsqueda y contribuyendo en la identificación exacta de la plaga.

3.1.2 Hipótesis

La creación de un sistema de visión artificial permitirá apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe.

3.2 Diseño de contrastación de hipótesis

Para realizar la contratación de hipótesis, en el presente trabajo de investigación, se utilizará el método de diseño en sucesión o en línea, también llamado pre-test, post-test, con un solo grupo de prueba, que consta de los cultivos infectados por plagas o enfermedades.

Tabla 2: Diseño de contrastación de hipótesis

Variable dependiente	Aplicación	Variable dependiente
<u>O1:</u> Identificación de plagas y enfermedades antes del sistema	<u>X:</u> Implantación del sistema.	<u>O2:</u> Identificación de plagas y enfermedades después del sistema

3.3. Población y muestra

3.3.1 Población

La población son todos los agricultores sembradores de Sandía, haciendo un total de 1239 agricultores.

3.3.2 Muestra

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = total de población

Z = 1.96 (Si la seguridad es de 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% =0.05)

q = 1-p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en este caso 5%) 0.05

$$n = \frac{1239 * (3.8416) * (0.05) * (0.95)}{(0.05)^2 * (1239) + (3.8416) * (0.05) * (0.95)}$$

$$n = \frac{226.087764}{3.279976}$$

$$n = 68.92$$

De los 1239 agricultores sembradores de sandía en la provincia de Ferreñafe se tomó una muestra de 69 personas para la realización y análisis respectivo de la presente investigación.

3.4. Criterios de Selección

Para los criterios de selección, el tipo de muestra que se utilizó fue no probabilística, seleccionando un subconjunto de población, en la que, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación. De nuestra población total, se tomará una porción de agricultores sembradores de sandía como una muestra piloto para desarrollar las respectivas pruebas de la aplicación móvil.

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Variables

3.5.1.1. Variable independiente

Sistema de visión artificial como identificador de plagas del cultivo de Sandía.

3.5.1.2. Variable dependiente

Proceso de identificación de plagas del cultivo de Sandia.

3.5.2 Indicadores

Tabla 3: Cuadro de indicadores

Objetivo específico	Indicador(es)	Definición conceptual	Unidad de medida	Instrumento	Definición operacional
Incrementar el nivel de información que se tiene acerca de la plaga o enfermedad identificada	Nivel de información de los agricultores con respecto a la búsqueda	Indica el nivel de información de los agricultores con respecto a la búsqueda	Porcentaje	Encuesta	(N° agricultores con información útil/total encuestados) * 100
Incrementar el nivel de información del agroquímico que se aplicará según la plaga o enfermedad identificada	Nivel de información de los agricultores con respecto al agroquímico	Indica el nivel de información de los agricultores con respecto al agroquímico	Porcentaje	Encuesta	(N° agricultores con información útil/total encuestados) * 100
Reducir el tiempo promedio utilizado por el agricultor para la identificación de una plaga o enfermedad en el cultivo de sandía	Tiempo promedio para identificar plagas y enfermedades en el cultivo de sandía	Indica el tiempo promedio que tarda en identificar	Minutos / consulta	Encuesta	Suma de tiempos por consulta/total de mediciones
Reducir costos en contrataciones de mano de obra para la identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía.	Costo de identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía	Indica el costo de identificación de plagas en el cultivo de sandía	Cantidad	Encuesta	Suma de costos / total de consultas

3.6. Métodos y técnicas de recolección de datos

Tabla 4. Métodos y técnicas de recolección de datos.

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Observación	Ficha de observación (ver anexo N°2)	Características de la planta de Sandía y plagas	Incrementar nivel de conocimiento con respecto al cultivo de Sandía
Entrevista	Guía de entrevista o formato de entrevista (ver anexo N°1)	Comunidad de Agricultores e Ingenieros Agrícolas	Orientarse con respecto a las plagas que atacan al cultivo de sandía
Encuesta	Guía de encuesta o formato de encuesta (ver anexo N°3)	Comunidad de Agricultores	Saber si cuentan con un Smartphone y su respectivo sistema operativo

3.7. Procedimientos

Para el desarrollo de la tesis se empleó la metodología de visión artificial, propuesta por Kong y Nilson (2005), la cual utiliza etapas de un sistema de visión artificial, los cuales son:

1. Representación de la Imagen

Son todos aquellos métodos que se pueden emplear para capturar y digitalizar imágenes. Fundamentalmente existen 4 formas de captura dependiendo del medio en el que se desee adquirir la imagen:

- Escáner
- Programas capturadores de pantalla
- Cámara fotográfica
- Tarjetas digitalizadoras de video

Luego de ser capturada la imagen un software se encarga de “digitalizarla”, es decir registrar la imagen en medios digitales.

En la etapa de representación se hará uso de las imágenes a color, ya que cada punto contiene un valor, se especifica mediante algún sistema de representación de color, por ejemplo, la escala RGB, el sistema Hexadecimal, etc.

2. Procesamiento de la Imagen

En la etapa de procesamiento de imagen se realiza la transformación de una imagen a otra, además se debe facilitar la extracción de información para un posterior análisis. Ahora para lograr la extracción de patrones relevantes en una imagen digital hemos empleado el uso del algoritmo de selección ORB, que se encarga de recorrer cada elemento de una imagen desde una determinada posición hasta el final de la lista y el algoritmo de SURF que obtiene una nueva representación visual de la imagen, extrae la información detallada y especifica el contenido.

3. Análisis de la imagen

Consiste en comparar una serie de imágenes y comprobar que existe una diferencia entre la posición o localización de un objeto dado, de esta manera se comprueba su similitud con la imagen almacenada.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Los procesamientos para el análisis de datos han sido obtenidos a través de la encuesta y entrevista realizada a los agricultores e ingeniero agrónomo es del tipo estadístico para así poder determinar la situación actual, los requerimientos del sistema y conocer la satisfacción del agricultor una vez que se implementó y utilizó el sistema móvil.

3.9. Consideraciones éticas

Al realizar la aplicación móvil se le dieron solo los permisos necesarios en cuanto al hardware, eso quiere decir el uso de almacenamiento, GPS y cámara, y ante ello nuestra aplicación pide autorización o compensación adecuada. Todo esto con la intención de no perjudicar la privacidad de los usuarios que usen la aplicación móvil. Por otro lado, no nos apropiamos de la producción intelectual de otras personas. El plagio es un delito. Nunca se tomó el trabajo de alguien, ya sea código de programación o cualquier otro producto del esfuerzo de alguien.

La toma de decisiones en cada etapa de la investigación debe estar encaminada a asegurar tanto la calidad de la investigación como la seguridad y bienestar de los entes involucrados, además debe cumplir normativas y aspectos legales pertinentes.

3.10. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p><u>PROBLEMA GENERAL</u></p> <p>¿De qué manera se puede apoyar en la identificación de plagas o enfermedades del cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECIFICOS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué nivel de información tiene el agricultor con respecto a una plaga o enfermedad en el cultivo de sandía? - ¿Qué nivel de información tiene el agricultor al aplicar un agroquímico? - ¿En qué tiempo tarda un agricultor en identificar una plaga o enfermedad? - ¿Cuál es el costo promedio por contratar a una persona especializada? 	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <p>Crear un sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas o enfermedades que afectan al cultivo de Sandia en el distrito de Ferreñafe</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Incrementar el nivel de información que se tiene acerca de la plaga o enfermedad identificada - Incrementar el nivel de información del agroquímico que se aplicará según la plaga o enfermedad identificada - Reducir el tiempo promedio utilizado por el agricultor para la identificación de una plaga o enfermedad en el cultivo de sandía - Reducir costos en contrataciones de mano de obra para la identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía. 	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></p> <p>La creación de un sistema de visión artificial permitirá apoyar en la identificación de plagas o enfermedades del cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El nivel de información obtenida permite al agricultor incrementar el nivel de información de una plaga o enfermedad identificada. - El nivel de información obtenida permite al agricultor incrementar el nivel de información del agroquímico. - El tiempo promedio para la identificación se redujo considerablemente. - El costo de la planificación de siembra se redujo en cuanto a contrataciones externas 	<p><u>VARIABLES DE ESTUDIO</u></p> <p><u>VARIABLES INDEPENDIENTE</u></p> <p>Sistema de visión artificial como identificador de plagas del cultivo de Sandía.</p> <p><u>VARIABLES DEPENDIENTE</u></p> <p>Proceso de identificación de plagas del cultivo de Sandia</p>

IV. RESULTADOS

Los resultados aquí consignados, corresponden a la Metodología propuesta por Kong y Nilson (2005).

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó ciertos algoritmos de visión Artificial, el cual consiste en reconocer formas, distancias, ángulos, colores y determinar las dimensiones de la planta de Sandía. Para realizar este procedimiento se ha tomado en cuenta la forma y tamaño de la hoja. Sin embargo, para efectuar el desarrollo de este proyecto hemos considerado las etapas del sistema de visión artificial, los cuales consisten en la captura de la imagen (cámara del dispositivo Android) y procesamiento de imágenes que son algoritmos para modificar la imagen (obtener nuevos patrones), para luego ser analizadas. Después de haber realizado una descripción del desarrollo del programa, se procedió a analizar lo siguiente:

- 1) Representación de la Imagen: Capturar Imágenes.
- 2) Procesamiento de la Imagen: Obtener características empleando el algoritmo de selección ORB y de SURF, luego entrenar la red neuronal en base a la imagen capturada y datos concernientes. Para la búsqueda también se emplean dichos algoritmos.
- 3) Análisis de Imágenes: Con una imagen de referencia comparar y mostrar resultados

4.1. Requerimientos

4.1.1. Requerimientos Funcionales

Los requisitos funcionales establecen los comportamientos del sistema. Es descrita como un conjunto de entradas, comportamientos y salidas y que pueden provenir del negocio, usuarios o expertos.

4.1.2. Requerimientos no Funcionales

Son aquellos requerimientos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento.

- ✓ Disponibilidad 24 horas al día y 7 días a la semana.
- ✓ El sistema debe garantizar el control en el acceso, utilizando la autenticación de los usuarios para la administración del mismo.
- ✓ El sistema deberá contar como mínimo con 4GB de memoria RAM, un procesamiento de mínimo 2.5Ghz y un almacenamiento de 500GB disponibles.

- ✓ El sistema debe contar con facilidades para la identificación de la localización de los errores durante la etapa de pruebas y de operación posterior.
- ✓ El sistema debe ser rápido y fluido en el momento de procesar y dar una respuesta en las peticiones realizadas por los usuarios
- ✓ Facilidades y controles para permitir el acceso a la información al personal autorizado a través de Internet, con el propósito de consultar la información pertinente para cada una de ellos.
- ✓ El sistema no debe permitir el cierre de una operación hasta que
- ✓ todos sus procesos, subprocesos y tareas relacionados, hayan sido terminados y cerrados satisfactoriamente.

4.1.3. Requerimientos del Sistema

4.3.3.1 Requerimientos para el Desarrollo

Hardware

- Procesador x86 de 2.33ghz de velocidad o superior.
- 4gb de Memoria Ram.
- 500gb de Disco Duro.
- Resolución de Pantalla 1024 x 768 o superior.
- Conexión a internet.

Software

- Windows versión 7 o superior, Linux o Mac.
- PostgreSQL V.9.3 o superior.
- Netbeans V.8.0.
- Xampp V.5.3.
- Android Studio V.2.3.

4.1.3.2. Requerimientos para el Funcionamiento

Hardware

- Procesador Snapdragon 450 1.8GHz o superior
- Cámara de 8 megapíxeles o superior
- 1gb de Memoria Ram
- 8gb de Almacenamiento
- Conexión a Internet

Software

- Android 4.4 Kitkat
- OpenCv Manager

4.1.3.3 Requerimientos de Hosting

- 20gb de transferencia mensual
- Respaldos diarios, en horario 12am
- 50gb de almacenamiento solido
- Software libre OS Linux, centos 5.0
- Compatibilidad con lenguaje java y php
- Compatibilidad con BD PostgreSQL v.4.5
- Disponibilidad a un 99.8%
- Activación inmediata
- Infraestructura y data center propio
- Call center 24 horas al día

4.2. Representación de Imágenes

En este procedimiento necesitamos imágenes de cultivos infectados con plagas o enfermedades para poder realizar su captura a través del dispositivo móvil, a continuación, en la figura N° 5 se muestra una hoja de sandía infectada con una plaga llamada Chupadera así mismo en la imagen N° 6 se muestra una hoja sandia infectada con una enfermedad denominada Oídium.

Figura 5: Hoja de sandía con plaga denominada Chupadera



Figura 6: Hoja de Sandía con enfermedad denominada Oídium



Así mismo recomienda que la imagen que se va a capturar este sobre una base plana de cualquier color siempre y cuando sea un color entero, así mismo debe tener buen enfoque para su posterior registro o búsqueda.

4.2.1 Interfaz de Bienvenida

En el instante que el agricultor o administrador inicia la aplicación “Plaguitec” se carga automáticamente nuestra interfaz de bienvenida, esta interfaz está basado en el método “Splash Screen”

Figura 7: Splash Screen



4.2.1.1. Funciones

Desde nuestro “AndroidManifest.xml” llamamos a nuestra interfaz Splash Screen haciendo uso de la clase “intent-filter” y el tema “Fullscreen”, en este apartado se hace uso del lenguaje de Marcas Extensible.

```
<activity
    android:name=".SplashScreen"

    android:theme="@android:style/Theme.Black.NoTitleBar.
Fullscreen">
    <intent-filter>
        <action
            android:name="android.intent.action.MAIN" />

        <category
            android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
    </intent-filter>
</activity>
```

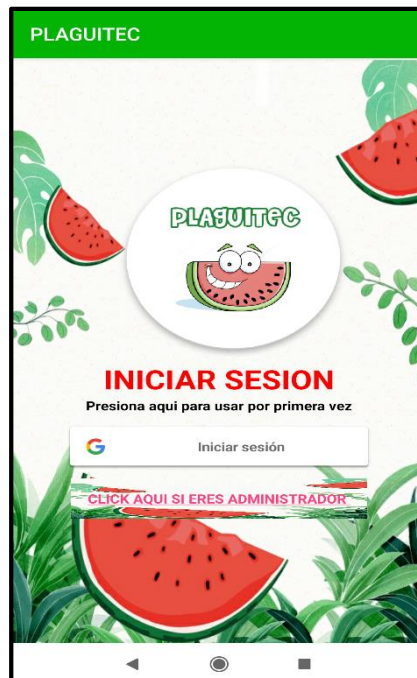
Es importante mencionar que junto a nuestro Splash Screen se cargarán los permisos necesarios para que la aplicación pueda hacer uso del hardware como cámara, ubicación, almacenamiento interno o externo y el permiso para uso de internet, para ello debemos instanciarlo en nuestro “AndroidManifest.xml”.

```
<!-- Permiso para hacer uso de la camara -->
<uses-permission
android:name="android.permission.CAMERA" />
<!-- Permiso para tener acceso a internet -->
<uses-permission
android:name="android.permission.INTERNET" />
<!-- Permiso para tener acceso a la ubicación -->
<uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_LOCATION_EXTRA
_COMMANDS" />
```

4.2.2 Interfaz Principal

Este apartado está dividido en dos puntos muy importantes, tal y como se observa en la imagen N° 8, el primero le permite al usuario final es decir a los agricultores, loguearse para hacer uso de la aplicación para ello hemos acogido el api de Google con la intención de que todo agricultor inicie sesión desde su cuenta de Gmail y no llene ningún formulario, de esta forma ahorramos tiempo y utilizamos cuentas reales. El segundo apartado es para el usuario administrador es decir desde aquí se registrarán plagas y enfermedades, entrenamiento de la red neuronal, etc.

Figura 8: Interfaz Principal



4.2.3 Interfaz de Usuario Administrador

Se realizó la interfaz de inicio de sesión con el fin de que el usuario administrador pueda acceder a la aplicación, capturar imágenes, entrenar red neuronal, buscar, visualizar reportes, etc.

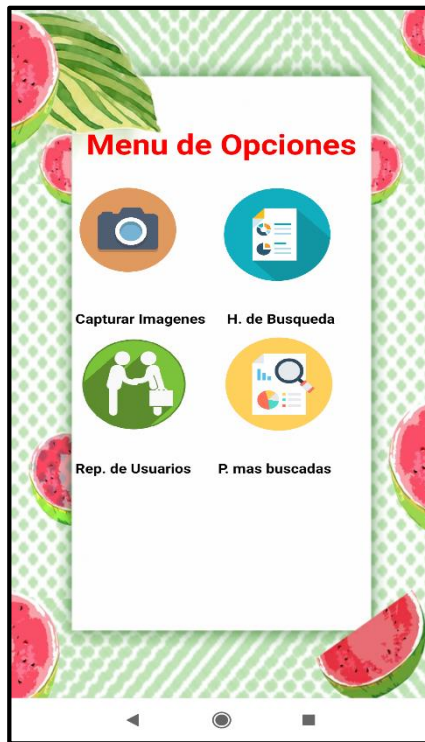
Figura 9: Interfaz de inicio de sesión administrador



4.2.4 Interfaz de Menú Administrador

Esta interfaz ayuda a que el usuario administrador sepa todas las funciones que tiene la aplicación. La opción “Capturar Imágenes” sirve para almacenar y entrenar la red neuronal, La “opción Historial” de búsqueda almacenara las veces que los usuarios hayan querido usar la captura de imágenes, el “Reporte de Usuarios” nos muestra todos los agricultores registrados a nuestra aplicación, finalmente la opción “Plagas con mayor búsqueda”, serán las plagas o enfermedades con mayor índice de búsqueda.

Figura 10: Interfaz del Menú Administrador



4.2.5 Interfaz de Captura de Imágenes

Esta interfaz tiene como función capturar imágenes y posteriormente a registrarlas, así mismo a entrenar la red neuronal además de capturar y buscar.

Figura 11: Interfaz de Captura de Imágenes



4.2.5.1. Función Data

Este botón está programado para descargar y actualizar la data cuando se haya registrado información de alguna plaga o enfermedad junto con sus características

4.2.5.2. Función Agregar

Para poder realizar el paso de procesamiento primero debemos capturar la imagen y mostrarla en una variable para luego convertirla a un conjunto de bytes utilizando la función “MAT”.

```
public void CapturarImagen(View w) {  
    Mat im = last.clone(); // imagen Capturada y  
    transformada en variable de tipo MAT  
    Bitmap bmp = Bitmap.createBitmap(im.cols(), im.rows(),  
    //Extracción de patrones para la imagen de tipo MAT  
    Bitmap.Config.ARGB_8888);  
    Utils.matToBitmap(im, bmp); //Conversion  
    matchDrawArea.setImageBitmap(bmp); // Impresión de  
    imagen de tipo Bitmap  
    refScene = new Scene(last); //Almacen de temporal  
    bmpIntent = bmp; //Almacen  
    imagen=last; //Almacen  
  
    Scene scene = new Scene (last); // Instancia de almacenaje  
    scenes.add (scene); // Escena agregada a una arreglo de  
    tipo cadena  
    escena = String.valueOf (scene);  
  
}
```

4.2.5.3. Función Capturar

Esta función está programada solo para poder visualizar la imagen en una variable ImageView, al tener una captura localizada, esta función preparará ambos algoritmos para que entren en funcionamiento.

4.2.6 Interfaz de Entrenamiento de la red neuronal

Esta interfaz ayuda al usuario administrador a entrenar la red neuronal en base a la imagen capturada (Botón Agregar) y las características pertinentes

Figura 12: Interfaz de Entrenamiento de la red Neuronal

Registrar Imagen

Nombre de la Plaga o Enfermedad
Araña Roja

Descripción
Esta Araña roja es un acaro tetraniquido, c

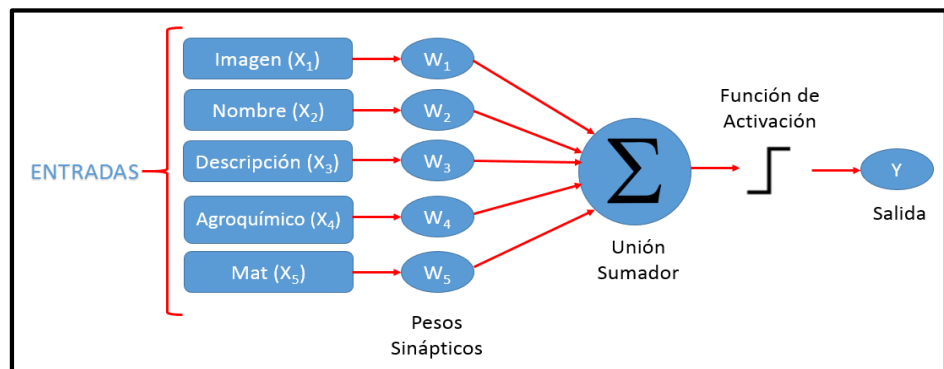
Agroquímico Recomendado
Clofentezin

ENTRENAR RED SALIR

4.2.6.1. Red Neuronal

La red neuronal creada, cómo se puede observar en la figura 12, tiene como entradas los 5 datos que se extrajeron de la imagen las cuales manejan sus respectivos pesos expresados en “w” para finalmente obtener una salida “y”.

Figura 13: Interfaz de Entrenamiento de la red Neuronal



Donde:

X_i : Denota el vector de entrada para la iteración i .

W_i : Denota el vector de peso para la iteración i .

Y : Denota la salida para la iteración i .

4.2.6.2. Funciones

Después de que se hayan declarado las variables correspondientes, Android Studio inyectará los datos procesados a la red neuronal, así mismo la entrenará y escribirá los pesos y bias (características de la red neuronal una vez entrenada), mostrándonos en consola los datos inyectados (Figura 13), los cuales serán almacenados en la base de datos a través de la webservices.

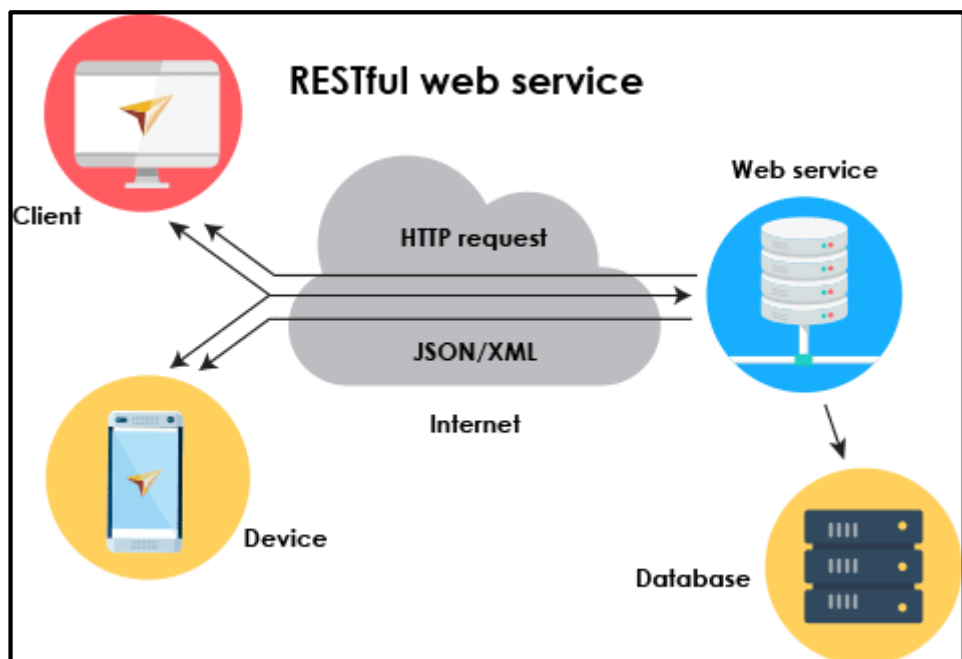
Figura 14: Consola con los datos obtenidos por Android Studio

```
Entrenando Red Neuronal
Imagen en Escena: com.usat.reconocimiento.Scene@5267bbe
Imagen en Mat: android.graphics.Bitmap@fb7ef54
Plaga o enfermedad: CHUPADERA
Descripcion Agregada: PRODUCE FALLAS EN LA GERMINACIÓN Y NECROSIS EN EL CUELLO DE LA PLANTA, HACIENDO QUE SE ESTRANG
Agroquimico: BENOMIL
PESOS Y BIAS CREADAS
RESULTADO ALMACENADO: -0.165853 1.550495 0.129380 -0.018481 1.541045 0.163598 -0.520655 1.531156 0.112696 -0.502225
ENTRAMAMIENTO SATISFACTORIO
```

4.2.7 Web Services

Se ha diseñado una webservices utilizando el lenguaje php, esta webservices será la herramienta media para almacenar los datos que se registren desde la aplicación, estos viajarán a través de internet y serán encapsulados en variables JSON, tal y como se observa en la figura 14.

Figura 15: Interpretación grafica de cómo funciona la webservices



4.2.8 Almacenamiento de datos extraídos

Trabajado en el lenguaje SQL, para el almacenamiento de las plagas y enfermedades, así como los pesos y bias de la red neuronal una vez entrenada, es decir, es la salida del programa Android Studio.

Figura 16: Almacenamiento en la base de datos – columna red_neuronal_datos_plaga_enfermedad

<code>red_neuronal_datos_plaga_enfermedad</code> <code>character varying(200)</code>
<code>-0.165853 1.550495 0.129380 -0.018481 1.541045 0.</code>

4.3. Procesamiento la imagen

Para ejecutar un procesamiento de imágenes, primero se debe realizar la extracción de características relevantes llamados descriptores, para ello hemos utilizado la función “DetectUtility.analyze” con el método ORB. En la figura N° 15 se aprecia una hoja de sandía infectada con una plaga, así mismo dentro de esta hoja se visualizan puntos de colores, esto es un efecto de que el algoritmo ORB ha extraído las características más relevantes de la imagen.

Figura 17: Imagen de Sandía con patrones identificados, algoritmo de selección ORB



4.1.1. Funciones

```
Import numpy as np
import cv2
from matplotlib import pyplot as plt

img = cv2.imread(img,0)

//Iniciar detector STAR
orb = cv2.ORB()

//Encuentra Los puntos clave con ORB
kp = orb.detect(img,None)

//calcular Los descriptores con ORB
kp, des = orb.compute(img, kp)

// dibujar solo La ubicación de Los puntos clave, no el
tamaño y La orientación
img2 = cv2.drawKeypoints(img,kp,color=(0,255,0), flags=0)
plt.imshow(img2),plt.show()
```

4.4. Análisis la imagen

En este apartado emplearemos un nuevo algoritmo llamado SURF, el cual relacionara los descriptores obtenidos por ORB para ser comparados con los que tenemos en nuestra base de datos. Para ello se han utilizado las dos etapas:

1. **Detección:** En esta etapa utilizamos aproximaciones utilizando imágenes almacenadas. Utilizando la siguiente función matemática:

$$I(x) = \sum_{i=0}^{i \leq x} \sum_{j=0}^{j \leq y}$$

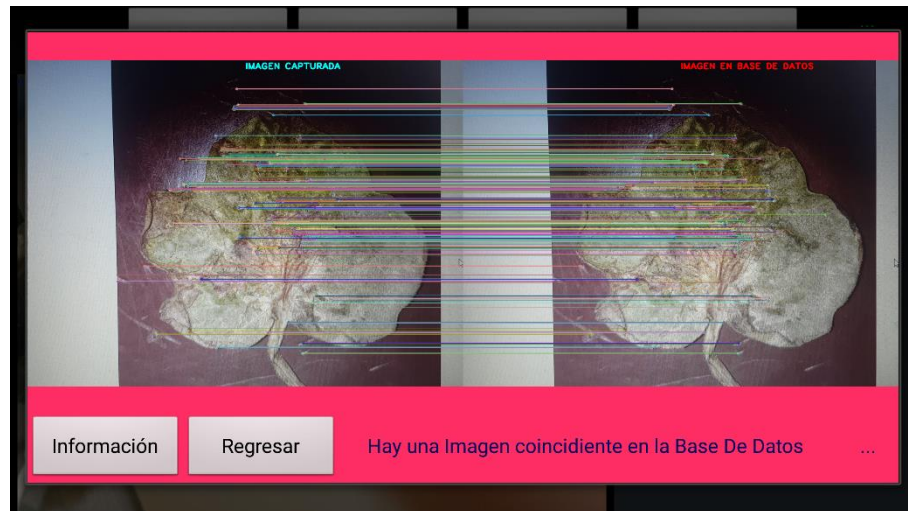
Esto significa que la suma de la imagen original sumada sobre el área seleccionada se obtendrá una imagen integral.

2. **Matching Up:** En esta etapa se busca los puntos característicos que nos proporciona el detector de este modo se pueden comparar descriptores entre pares de imágenes y buscar correspondencias entre ellas.

4.4.1. Interfaz de Análisis de Imagen

En esta Interfaz se procede a comparar la imagen capturada con las que están almacenadas en la base de datos, cada característica extraída por ORB es representada por un punto de color y cuando es encontrado SURF hace estos puntos se unan haciendo una homologación.

Figura 18: Planta de Sandía encontrada en la Base de Datos



El proceso de identificación tarda entre 1 a 5 segundos en una velocidad de internet superior a los 2Mbps, cumpliendo con nuestro objetivo 3.

4.4.1.2. Funciones:

Para hacer posible esta funcionalidad usaremos la función SceneDetectData

```
public SceneDetectData compare(Scene frame, boolean isHomogrpahy,
boolean imageOnly) {
    SceneDetectData s = new SceneDetectData();
    MatOfKeyPoint f keypoints = frame.keypoints;

    Mat f_descriptors = frame.descriptors;
    this.preCompute();
    frame.preCompute();

    MatOfDMatch matches = DetectUtility.match(descriptors,
f_descriptors);
    MatOfDMatch filtered =
DetectUtility.filterMatchesByDistance(matches);

    s.original_key1 = (int) descriptors.size().height;
    s.original_key2 = (int) f_descriptors.size().height;

    s.original_matches = (int) matches.size().height;
    s.dist_matches = (int) filtered.size().height;
```

4.4.2. Interfaz de Información de Plaga

Esta interfaz tendrá como función informar al agricultor acerca de la plaga o enfermedad que azota a su cultivo así mismo también brinda el agroquímico correcto

Figura 19: Interfaz de información para el usuario

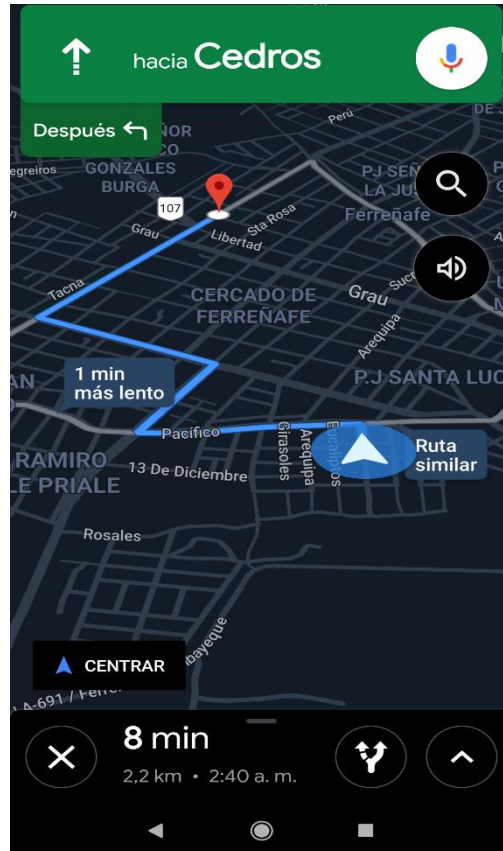


En este apartado de nuestra aplicación se informa al agricultor acerca de la plaga detectada en base a la imagen capturada, de esta forma el nivel de información acerca de la plaga detectada culturizará al agricultor con respecto a sus efectos sobre el cultivo, de la misma forma muestra que agroquímico se puede aplicar, cumpliendo con el objetivo 4, en el cual reducirá los costos de contratación de un agente especialista.

4.4.3. Interfaz de cómo llegar a la tienda de agroquímicos

Esta interfaz tendrá como función informar al agricultor acerca de la ruta más óptima y como llegar hacia la tienda que contiene el agroquímico aplicable.

Figura 20: Interfaz de información de plaga o enfermedad



En este apartado se le muestra la ruta asistida de cómo llegar desde la posición en que se encuentra hasta donde está la tienda. Cabe mencionar que se utilizó la librería de google mapas para su relación. La guía asistida es en tiempo real.

4.5. Demostración de Objetivos

4.5.1. Incrementar el nivel de información que se tiene acerca de la plaga o enfermedad identificada.

Cuando el agricultor ha detectado una plaga en su cultivo suele conocer solo sus consecuencias, Este desconoce totalmente sus causas, como es que nace o reproduce, su tiempo de esporulación, su tiempo de vida y otras características relevantes.

Figura 21: Interfaz de información de plaga o enfermedad



Con el sistema de visión artificial el agricultor podrá incrementar su nivel de información acerca de la plaga o enfermedad encontrada, esto le ayudará a ganar experiencia ante otra situación similar, además de tener un concepto mucho más relevante de la identificación.

4.5.2. Incrementar el nivel de información del agroquímico que se aplicará según la plaga o enfermedad identificada.

Por lo general cuando un agricultor identifica una plaga, recurre a la tienda de fertilizantes de su agrado o confianza, pregunta por un agroquímico recomendable para el tipo de plaga o enfermedad que detectó, en otras palabras, es un tipo de automedicación por decirlo de esa forma, muchas veces acierta, pero también hay declives al no ver resultados después de que el agroquímico ha sido suministrado, teniendo que invertir en otro agroquímico, esto genera un incrementado de sus costos.

Figura 22: Interfaz de información de agroquímico

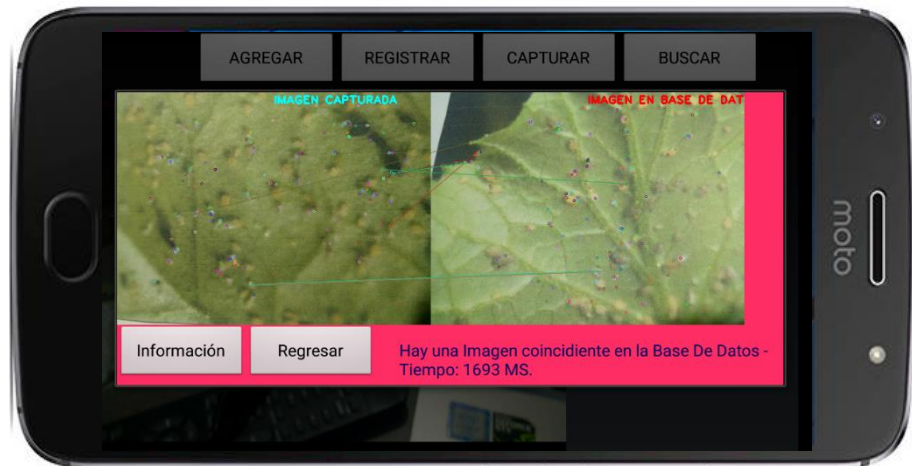


Al usar la aplicación de visión artificial también nos brinda información del agroquímico a aplicar, cabe resaltar que la aplicación móvil brinda un agroquímico en base a la plaga o enfermedad detectada, de esta forma orienta más al agricultor a obtener información de lo que va a aplicar, cumpliendo así con nuestro objetivo de incrementar el nivel de información del agroquímico que se aplicará

4.5.3. Reducir el tiempo promedio utilizado por el agricultor para de la identificación de una plaga o enfermedad en el cultivo de sandía.

Para identificar una plaga o enfermedad el agricultor debe recorrer todo su campo, ojo no hablamos de metros cuadrados por el contrario un agricultor siembra hectáreas, al emprender la caminata visualiza cada defecto en el cultivo, esto puede tardar entre 25 a 30 minutos, depende la experiencia del agricultor.

Figura 23: Identificación de plaga denominada: Pulgón



Con la utilización del sistema con visión artificial, solo basta obtener una o más hojas, capturar la imagen y buscar, el tiempo para identificar una plaga con una velocidad de 1.693 segundos, con esta evidencia (ver figura 23) se puede decir que la aplicación cumple con el objetivo de reducir el tiempo promedio para identificar una plaga o enfermedad.

4.5.4. Reducir costos en contrataciones de mano de obra para la identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía.

Cada agricultor tiene un plan de cultivo establecido, sabe la cantidad que debe invertir en la preparación del terreno, adquirir las semillas, riegos periódicamente, abonos y agroquímicos (depende de las plagas o enfermedades y sus efectos), sin embargo existen agricultores que gastan mucho en agroquímicos y la razón es porque no supieron identificar correctamente el patógeno que afecta al cultivo, es por eso que recurren a un agente especializado en el tema de plagas, sea un técnico o ingeniero agrónomo, los cuales ambos cobran por sus servicios. Esto genera que el plan de cultivo del agricultor se eleve y tenga pérdidas económicas.

Figura 24: Plaga Botrytis cinérea identificada



En la figura 24 se observa que la identificación de una plaga demora 2.304 segundos y encontró similitud con nuestra base de datos, es decir funciona tan igual o mejor que una persona experta en el tema de plagas y enfermedades, cabe destacar que mientras más información en imágenes y datos tenga nuestra base de datos, la aplicación identificará sin contratiempos haciendo cumplir el principio de inteligencia artificial

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se hará en análisis de los resultados obtenidos por el software de visión artificial desarrollado.

Nuestro primer resultado el cual es realizar una identificación de una plaga o enfermedad en cultivo de sandía en base a extracción de patrones de una imagen digital guarda relación con lo que sostiene Pedro García [6], quien señala que para lograr un cierto grado de reconocimiento la imagen debe ser escalada por un algoritmo de reconocimiento de patrones en nuestro caso el algoritmo de ORB y surf, los cuales extraen las características más relevantes y los remarca con descriptores. Esto es acorde con lo que se ha realizado en la investigación en cuanto a la extracción de características en una imagen digital de los cultivos de sandía infectados por plagas o enfermedades.

Ahora para cumplir con nuestro primer objetivo el cual es incrementar el nivel de información que se tiene acerca de la plaga o enfermedad identificada primero tenemos que saber cómo almacenar la información de los patrones obtenidos en la extracción de imágenes digitales, es por eso que nuestra investigación guarda relación con [6] quien nos indica que las características obtenidas ayudadas mediante una red neuronal junto con datos adicionales de las imágenes, serán almacenados en una base de datos, luego descargados al dispositivo móvil y consumidos por un servicio web. Esto está acorde con nuestra investigación. Por el contrario, la presente investigación no guarda relación con lo que menciona [7] al indicar que el dispositivo móvil solo se usa para obtener imágenes y desplegar los resultados, y que el procesamiento y almacenamiento se hacen en los servidores. En conclusión, la búsqueda y obtención de información se realiza a nivel de dispositivo móvil, esto hará que nuestro servidor no sufra saturaciones.

Para cumplir con nuestro tercer objetivo el cual es reducir el tiempo promedio utilizado por el agricultor para la identificación de una plaga o enfermedad en el cultivo de sandía. Nuestra investigación guarda relación con lo que menciona [10] quien señala que para un ahorro de recursos y tiempo es necesario la utilización del algoritmo de selección ORB que tiene como prioridad recorrer toda la imagen digital y generar un ordenamiento, almacenando la información en un vector, la desventaja es que recorre la imagen una sola vez y solo selecciona los puntos mostrándolos en pantalla, aunque el algoritmo fue utilizado en esta presente investigación se hace mención a su limitante, sin embargo se hizo la utilización del algoritmo SURF que no solo vuelve a recorrer los datos ordenados por el algoritmo de selección ORB sino los relaciona con la imagen capturada, este proceso demora segundos, es por eso que su utilización está acorde con lo que en la presente investigación.

Para el cumplimiento del objetivo 4 el cual es reducir costos en contrataciones de mano de obra para la identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía, se utilizó la teoría de [10] quien señala que todo sistema de automatización de procesos que asegure la calidad de un producto o servicio siempre reducirá el tiempo y esfuerzos, además destaca la utilidad para empresas industriales o de servicios. El desarrollo de un sistema que brinde o apoye soluciones inmediatas como el sistema de visión artificial asegurará calidad y reducirá costos en procesos

y mano de obra, de esta forma podemos deducir que se está de acuerdo con la presenta investigación.

Finalmente, cabe resaltar que, según los datos obtenidos, se considera verdadera la hipótesis propuesta al inicio del desarrollo de la tesis: “La creación de un sistema de visión artificial permitirá apoyar en la identificación de plagas o enfermedades del cultivo de Sandía en el distrito de Ferreñafe.”. Dado que se ha logrado mejorar notablemente los objetivos propuestos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

A través las pruebas realizadas durante el desarrollo de este trabajo se concluye que:

- Mediante la implementación del sistema de visión artificial se demostró el incremento de porcentaje de agricultores que ahora cuenta con un nivel de información más alta de plagas y enfermedades del cultivo de sandía. Después del estudio se llegó a la conclusión que ahora el 81.2% afirma que la información proporcionada ha logrado aumentar su nivel de información y satisface sus expectativas gracias a que esta información es sintetizada y concisa. A diferencia de antes de la implementación del software donde solo el 26.5% de agricultores comentaron que contaban con un nivel información básica e intermedia. Claramente se nota que el nivel de información ha aumentado considerablemente.
- Mediante la implementación del sistema de visión artificial se demostró el incremento de porcentaje de agricultores que ahora cuenta con un nivel de información más alta en cuanto a los agroquímicos recomendados. Después del estudio se llegó a la conclusión que ahora el 82.6% dice que la información proporcionada ha logrado aumentar su nivel de información. A diferencia de antes de la implementación del software donde solo el 5.8% de agricultores comentaron que contaban con un nivel información intermedia. Nuevamente se puede concluir que el sistema cumple con lo propuesto.
- Mediante la implementación del sistema de visión artificial como identificador de plagas y enfermedades se demostró la disminución del tiempo promedio que le toma a un agricultor realizar el proceso de identificación. Después de haber hecho las pruebas pertinentes se llegó a la conclusión de que la aplicación móvil ayudó a que el agricultor no le tome mucho tiempo averiguar sobre la información necesaria de plagas, enfermedades y agroquímicos demostrando que con la aplicación lo puede hacer en 4 segundos aproximadamente. Esto se debe a que el software a centralizado la información básica y necesaria (fotos de plagas, enfermedades, agroquímicos y un mapa de rutas de cómo debe llegar a la tienda de agroquímicos) en una sola aplicación.
- Los costos del proceso de identificación de plagas y enfermedades con el uso del sistema de visión artificial pueden disminuir en un 100% para una población de agricultores del 43.48%, quienes según el anexo 4 deciden contratar los servicios de un experto para identificar plagas y enfermedades, el costo de este servicio es de 120 soles (ver anexo 7) pero con nuestro sistema de visión artificial esto cambiaría ya que les permitiría a los agricultores sembradores de sandía tener una herramienta complementaria que realice el mismo proceso que hace un experto, esto permite que el presupuesto del agricultor no aumente, concluyendo que el sistema es rentable.

6.2. RECOMENDACIONES

En este apartado se exponen algunas recomendaciones que surgieron de la investigación realizada y que pueden ser de utilidad para investigaciones futuras

- El sistema de visión artificial está orientado a detectar plagas o enfermedades en el cultivo de sandía por lo que se recomienda que se incrementen más cultivos asociados a este tipo de investigación según las necesidades de donde se utilizará, con la finalidad de apoyar a los agricultores de diferentes localidades a tener una herramienta complementaria que los apoye en la identificación de plagas o enfermedades.
- Si bien es cierto las plagas o enfermedades registradas en nuestra base de datos son del cultivo de sandía de tipo Hardimora o sandía negra se recomienda incrementar más tipos, con la finalidad de apoyar a los agricultores de diferentes puntos del país y del mundo.
- Se recomienda que el sistema de visión artificial y la base de datos estén siempre actualizados y la información que se brinda sea útil y personalizada con el fin de que cualquier usuario que posea un Smartphone pueda utilizar la aplicación sin complicaciones.
- Se recomienda agregar más funcionalidades con el fin de que el usuario sienta que la aplicación realmente funciona como una guía. Por ejemplo, generar un plan de cultivo, apoyando desde la preparación de la tierra, de qué forma abastecer de agua los cultivos, como abonar y fumigar, hasta los pasos para una buena cosecha.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. E. C. A, Alternativas Biorracionales Para El Control De Paratrypana En El Laboratorio, Mexico, 2010.
- [2] A. Abad, Diseño E Implementación De Un Sistema De Seguimiento De Parámetros Ambientales En Plantaciones De Café, Piura, Perú, 2016.
- [3] J. Diaz, Interviewee, *Entrevista referente a las plagas que atacan al cultivo de sandía*. [Entrevista]. 27 mayo 2017.
- [4] O. Gugole, Manejo Integrado De La Plaga Tetranychus Urticae (Acari: Tetranychidae) En Cultivos De Frutilla Del Cinturón Hortícola Platense, La Plata, Argentina, 2012.
- [5] P. P. Garcia Garcia, Reconocimiento de imagenes utilizando redes neuronales artificiales, Madrid, España, 2013.
- [6] S. Valenzuela Perez, Identificación de especies vegetales utilizando dispositivos móviles, Santiago, Chile, 2013.
- [7] N. L. Fernández García, Contribución al reconocimiento de objetos 2d mediante detección de bordes en imágenes a color, Cordova, España, 2002.
- [8] M. B. Salazar Marquez, Desarrollo de un algoritmo para la localización automática de placas vehiculares peruanas usando técnicas de procesamiento de imágenes, Lima, Perú, 2014.
- [9] J. M. Porras de la Cruz, Sistema de Clasificación basado en visión por computador, Lima, Perú, 2010.
- [10] M. V. Palacin Silva, Visión artificial aplicada al monitoreo automático del proceso de cloración para mejorar la calidad del agua, Chiclayo, Perú, 2011.
- [11] S. V. Monsalva Delgado, Visión artificial aplicado a la ayuda del diagnóstico mediante el procesamiento de radiografías en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, Chiclayo, Perú, 2009.
- [12] J. M. G. Recinos, Rendimiento de híbridos de sandía tipo personal; valle del Motagua, Zacapa., Zacapa, 2015.
- [13] INEI, «Reporte Estadístico Anual,» Perú, 2015.
- [14] S. J. Sarandón, La Agroecología: Su rol en el logro de una agricultura, La Plata, Argentina, 2011.
- [15] D. d. C. d. I. C. e. I.A, Sistemas de Información., Granada, España, 2010.
- [16] J. Bravo Castro, Clasificación de Software. Informe, Bogota, Colombia, 2011.
- [17] R. V. G. Mauricio, Seguridad en aplicaciones móviles. Material Didactico, Colombia, 2013.

- [18] Solbyte, «Solbyte,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.solbyte.com/blog/2014/07/21/tipos-de-aplicaciones-moviles-nativas-webs-hibridas/>. [Último acceso: 24 mayo 2018].
- [19] «EcuRed,» 14 12 2010. [En línea]. Available: http://www.ecured.cu/Lenguaje_de_Programaci%C3%B3n. [Último acceso: 07 06 2018].
- [20] C. V. D. H. S., «Maestros del web,» [En línea]. Available: <http://www.maestrosdelweb.com/phpintro/>.
- [21] OpenStep, El lenguaje de Programación Java, Barcelona, España, 2013.
- [22] M. Diaz, G. Padilla y A. Armas, «Sistemas Manejadores de Base de Datos,» Mexico, 2010.
- [23] R. G. Perez, Introducción al Sistema de Gestión de Base, Cuba, 2010.
- [24] J. J. Romero, C. Dafonte, A. Gómez y F. J. Penosal, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y COMPUTACIÓN AVANZADA, Mexico, 2007.
- [25] S. Larios, «Prezi,» 12 11 2013. [En línea]. Available: <https://prezi.com/pyiaqyp6fw1/eficiencias-de-la-computacion-se-denomina-inteligencia-artif/>. [Último acceso: 07 06 2018].
- [26] R. Jorge, Introducción a los sistemas de visión artificial, Madrid, España, 2011.
- [27] M. S. Correa y F. Chichizola, Diseño de Sistemas de Reconocimiento de Rostros, 2012.
- [28] A. Marin Poatoni, Desarrollo de prototipo de aplicacion (APP), para dispositivos móviles basados en el sistemas IOS, para el reconocimiento de objetos"Hojas" en imagenes, Motecillo, Mexico, 2014.
- [29] H. T. T. ., L. V. G. Bay, «Speeded-Up Robust,» EE.UU, 2006.
- [30] J. J. M. MORENO, Redes Neuronales Artificiales, Palma de Mallorca, España, 2002.
- [31] E. Pablo, Las Redes Neuronales Supervisadas, 2005.
- [32] B. Shrestha, «Classification of plants using images of their leaves,» Computer Science, Estados Unidos, 2010.
- [33] C. V. Sanz, Razonamiento evidencial dinámico. Un método de clasificación aplicado al análisis de imágenes hiperespectrales, La Plata, Argentina, 2002.
- [34] O. M. d. I. Salud, «El Universo,» Diarios Asociados de Latinoamerica, 2015. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/05/10/nota/4853501/agricultores-riesgo-uso-agroquimicos>. [Último acceso: 05 06 2018].
- [35] A. M. PATONI, «DESARROLLO DE PROTOTIPO DE APLICACIÓN (APP), PARA,» Mexico, 2014.
- [36] P. G. A. A. Diaz Marcos, «Sistemas Manejadores de Base de Datos,» Mexico, 2010.

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería de Sistemas y
Computación

ENTREVISTA AL INGENIERO AGRONOMO

Nombre: Jaime Díaz
Cargo: Ingeniero Agrónomo
Fecha: 27/05/2017

1. ¿Qué cultivos atiende Agroklinge con sus agroquímicos cuando hay presencia de plagas?

Agroklinge atiende a todos los cultivos existentes en el Perú, si nos centramos en el norte del País distribuimos insecticidas, fungicidas, fungicida biológico, herbicidas, acondicionador para cultivos como el arroz, caña de azúcar, maíz, etc.

2. ¿Entre los cultivos que Agroklinge atiende se encuentra la Sandía?

Si claro, la sandía es un tipo de planta cucurbitácea, es decir, la sandía sufre casi los mismos problemas en plagas que el melón, y por lo cual también tenemos adecuados agroquímicos que combatan a las diferentes plagas.

3. Usted como ingeniero sabe que en el Perú también existe la venta indiscriminada de agroquímicos letales para el ecosistema, la persona que lo aplica y por consiguiente a los consumidores, ¿Sabe si existe un agroquímico letal que se venda en el Perú?

Actualmente existen empresas clandestinas que hacen este tipo de agroquímicos, también se utilizan etiquetas de agroquímicos originales para hacer pasar como original su productos, se empezó a decir que el ENGEEO, un potente agroquímico que en algunas tiendas lo vendían mucho más barato, sin duda el veneno cumplía su función, pero se vieron casos de intoxicación en personas fumigadoras y cambios notables en las plantas, como poco crecimiento y pocos frutos, pero no supimos si hubieron muertes relacionadas al consumir el fruto con el agroquímico usado.

4. **¿En los cultivos de Sandía que plagas conoce?**

Bueno existen una variedad de plagas en la sandía, las plagas varían en cuanto al lugar donde se siembra, por ejemplo las plagas que se producen en el norte rara vez las puedes visualizar en el sur, varia también por el clima, el tipo de terreno, etc. entre las plagas más comunes esta la peste ceniza que afecta directamente a la hoja, gusanos, pulgones, arañita bimaclada, y muchos más.

5. **Sabemos que el agricultor utiliza su percepción visual para la identificación de plagas y enfermedades, entonces deducimos ¿El agricultor suele confundirse en la identificación de plagas y enfermedades?**

Claro, muchos agricultores al identificar una plaga se basan en las consecuencias que el patógena causa en la planta, por ejemplo, en la Mosca Minadora a simple vista deja las mismas v consecuencias que la enfermedad Oídio, es decir una manchas o líneas blancas. Muchos agricultores vienen por un agroquímico para dicha enfermedad y luego se quejan que no hizo efecto o simplemente termino matando algunos cultivos cuando en realidad no era una enfermedad sino una plaga.

ANEXO N° 2

Tabla 5: plantas cucúrbitas

CULTIVO	ETAPA FENOLÓGICA	MUESTREO	PLAGA	NIVEL DE DECISIÓN
Cucúrbitas	Germinación a 6 hojas	10 plantas/sitio	Cortador (<i>Agrotis</i> spp.)	2 plantas con cortador
			Crisomélidos (<i>Diabrotica balteata</i>)	17 adultos/muestreo
			Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	25 adultos/muestreo
			Gusano perforador del melón (<i>Diaphania hyalinata</i>)	25 larvas/muestreo
			Gusano soldado (<i>Spodoptera</i> spp.)	25 larvas/muestreo
			Áfidos (<i>Aphis</i> spp.)	15 ó 40 áfidos alados o 25 colonias/50 plantas
	De 6 hojas a primeras flores	10 plantas/sitio revisando 2 hojas maduras, 2 hojas medias, 2 flores, 2 brotes por planta	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	3 adultos/plantas
			Gusano perforador del melón (<i>Diaphania hyalinata</i>)	25 larvas/muestreo
			Gusano soldado (<i>Spodoptera</i> spp.)	25 larvas/muestreo

Fuente: INEI, 2015

ANEXO N° 3

ENCUESTA REALIZADA PARA LOS AGRICULTORES DE LA CIUDAD DE FERREÑAFE

1. En los últimos 5 años ¿Cuántas veces ha sembrado el cultivo de sandía?

- 1 vez
- 2 veces
- 3 veces
- 4 veces
- 5 veces
- Otro: _____

2. ¿Usted cuenta con una Smartphone con sistema operativo android?

- Sí
- No

3. ¿De que forma identifica usted las diferentes plagas o enfermedades en el cultivo de sandía?

- Observación y experiencia
- Método tecnológico
- Recurre a un experto
- Otro: _____

4. Si la respuesta de la pregunta 3 fue: "Observación y Experiencia" o "Método Tecnológico" indique, ¿Cuanto tiempo (minutos) demora en identificar una plaga o enfermedad?

- 20 minutos
- 30 minutos
- 40 minutos
- 50 minutos
- Otro: _____

5. Si la respuesta de la pregunta 3 fue: "Recurre a un experto" indique, ¿Cuanto es el costo promedio por identificar una plaga o enfermedad y por recomendar un agroquímico?

- 50 soles
- 70 soles
- 100 soles
- Otro: _____

6. Al realizar una identificación, ¿Cual es su nivel de información acerca de la plaga o enfermedad encontrada en el cultivo de sandía?

- Bajo
- Basico
- Intermedio
- Avanzado

7. ¿Tiene algún conocimiento (sus compuestos, beneficios y consecuencias) acerca de las sustancias agroquímicas que aplica a sus cultivos?

- Bajo
- Básico
- Intermedio
- Avanzado

8. ¿Cuántas veces como mínimo ha aplicado un agroquímico en alguno de sus cultivos sembrados?

- 4 veces
- 5 veces
- 6 veces
- 7 veces
- Otro: _____

9. Con respecto a la aplicación de agroquímicos en sus cultivos, ¿Ha sufrido algún tipo de intoxicación por la utilización de estas sustancias?

- Sí
- No

10. ¿La creación de una aplicación móvil sería útil para usted en cuanto a la identificación de plagas o enfermedades?

- Sí
- No
- Tal vez

ANEXO N° 4
RESPUESTAS DE LA ENCUESTA ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL
SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

Figura 25: Respuesta 1, encuesta Anexo 3

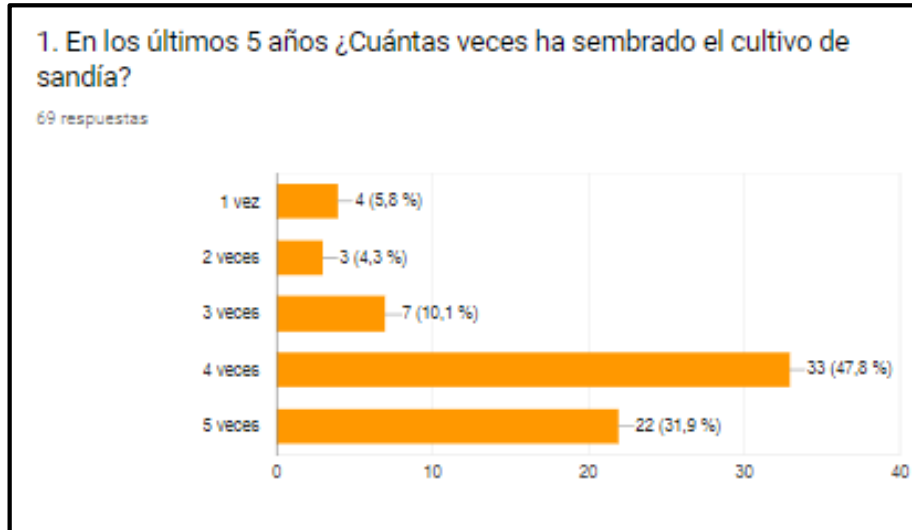


Figura 26: Respuesta 2, encuesta Anexo 3



Figura 27: Respuesta 3, encuesta Anexo 3

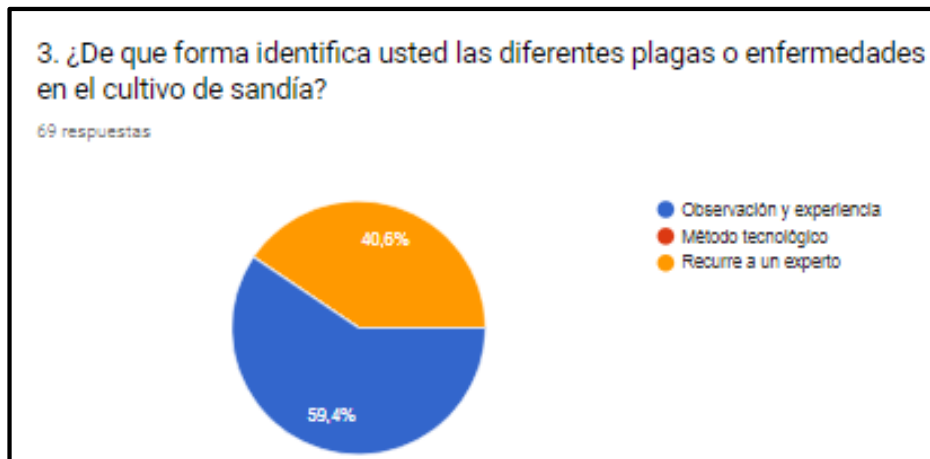


Figura 28: Respuesta 4, encuesta Anexo 3

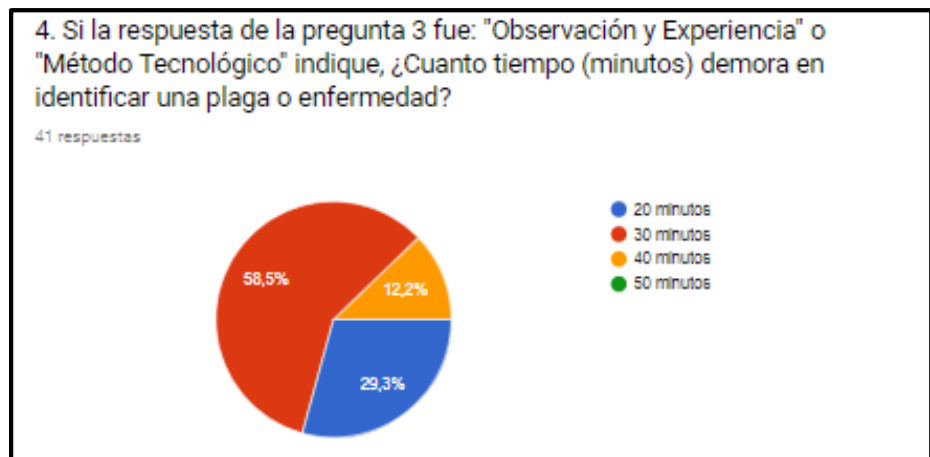


Figura 29: Respuesta 5, encuesta Anexo 3

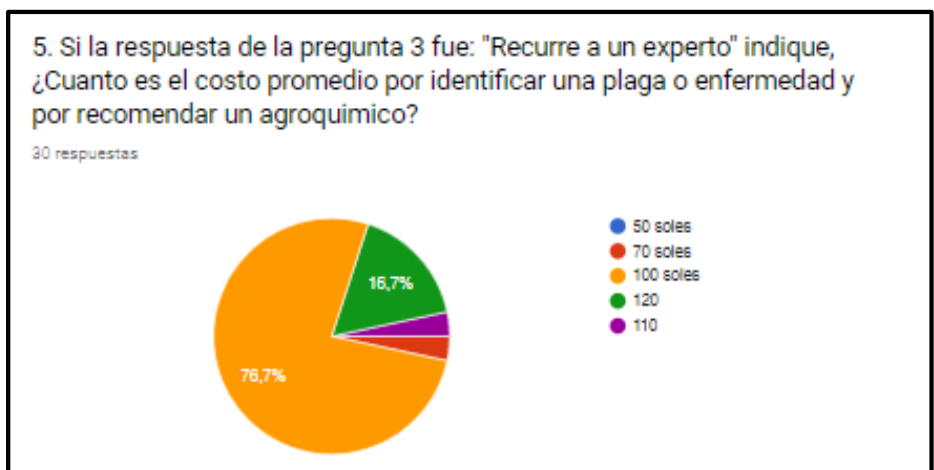


Figura 30: Respuesta 6, encuesta Anexo 3

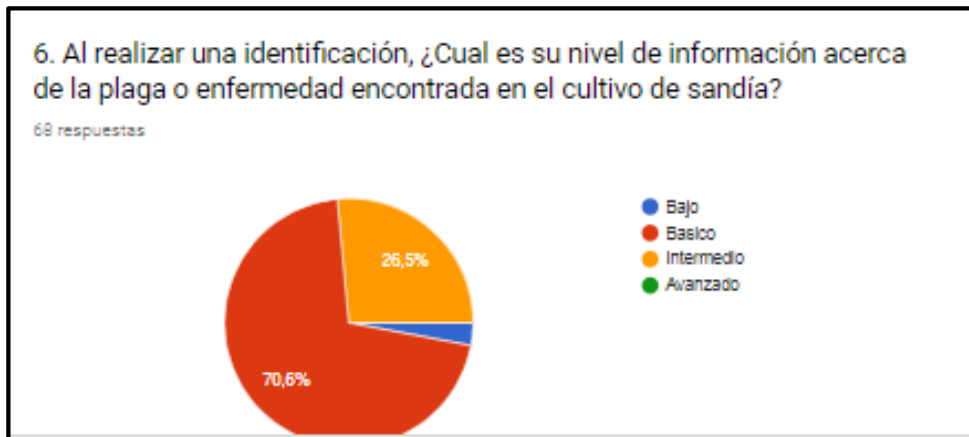


Figura 31: Respuesta 7, encuesta Anexo 3

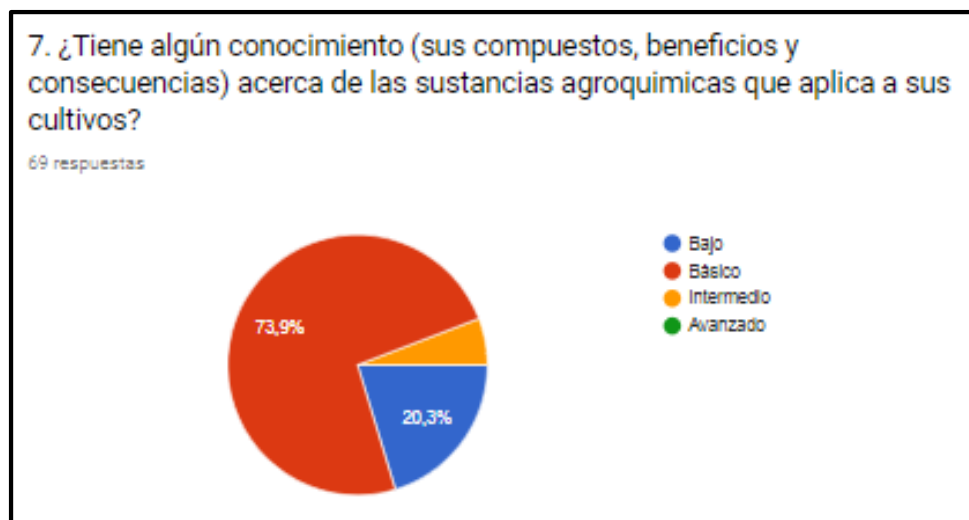


Figura 32: Respuesta 8, encuesta Anexo 3



Figura 33: Respuesta 9, encuesta Anexo 3

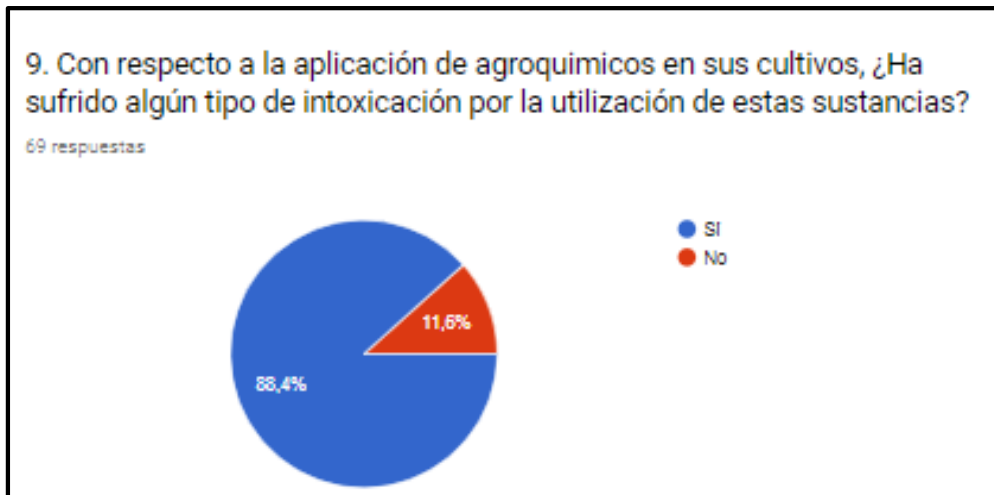


Figura 34: Respuesta 9, encuesta Anexo 3



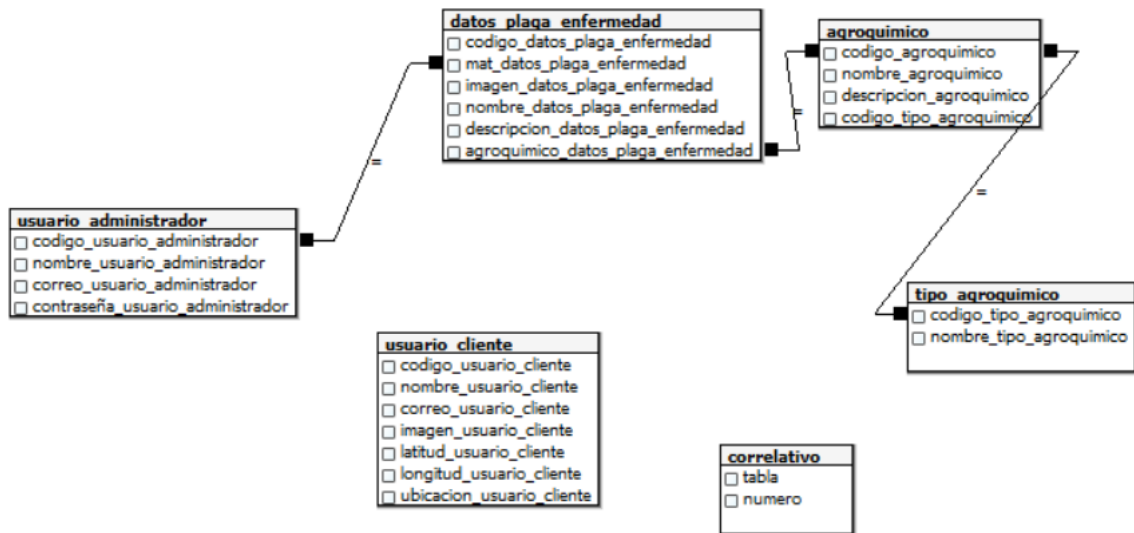
ANEXO N° 5

Tabla 6: Principales plagas de la Sandía en estudio

ENFERMEDAD O PLAGA	DESCRIPCION	AGROQUÍMICO	TIPO
CHUPADERA (1)	Es una Enfermedad que aparece entre los 10 a 15 días de sembrado, Ocasiona fallas en la Germinación, produce fallas en el cuello de la plántula, estrangulamiento y muerte	BENOMIL O CAPTAN	ENFERMEDAD
Cigarrita (2)	Es un insecto (plaga) que succiona la savia del envés de las hojas. Al inicio de se observa amarillento, luego encrespamiento	ACEFATO O CLORPIRIFIL OS	PLAGA
MILDIU (3)	Es un patógeno que depende de las condiciones climáticas. Infecta las hojas provocando manchas de color verde claro que luego tornan a amarillas. Estas manchas son de color violáceo en el envés de la hoja, que queda finalmente como acartonada.	MOVIMAR	PLAGA
OIDIO (4)	Caracterizado por un vello blanquecino que lo diferencia de otras plagas. Su aspecto es como una ceniza que va secando las hojas. También afecta a tallos y peciolo e incluso frutos en ataques muy fuertes. En este caso, las malas hierbas son sus aliadas para crecer y expandirse	QUINTECT	PLAGA
ARAÑITA ROJA	Chupan la savia en el envés de las hojas causando un punteado amarillento y deformación. Forman telas de seda cuando hay poblaciones altas.	DIFOCOL	PLAGA
GUSANO MEDIDOR	Son larvas que realizan comeduras irregulares en las hojas, se encuentran situados en las nervaduras o por los bordes	CARBARIL	PLAGA

ANEXO N° 6

Figura 35: Base de datos



ANEXO N° 7

Cronograma de Evaluación

Item	Descripción / Fase	Duración/Días	Comienzo	Fin
1	Definición y elaboración del cronograma de actividades del informe de tesis	2	08/04/2018	10/04/2018
2	Aprobación del cronograma de actividades del informe de tesis	0	12/04/2018	12/04/2018
3	Presentación del funcionamiento del producto (software)	2	13/04/2018	15/04/2018
4	Reajuste y conformidad del producto acreditable al 100%	2	20/04/2018	22/04/2018
Inicio del desarrollo de informe final de tesis				
5	Desarrollo: CAPITULO II - MARCO TEORICO			
5.1	Elaboración de los antecedentes del problema de tesis	4	23/04/2018	27/04/2018
5.2	Presentación de los antecedentes del problema de tesis.	0	28/04/2018	28/04/2018
	Reajuste de los antecedentes del problema según correcciones.	1	29/04/2018	30/04/2018
5.3	Elaboración de las bases teoricas que fundamentan el desarrollo de la tesis	4	30/04/2018	04/05/2018
5.4	Presentación de las bases teoricas que fundamentan el desarrollo de la tesis	0	05/05/2018	05/05/2018
	Reajuste de las bases teoricas y científicas según correcciones	3	07/05/2018	10/05/2018
AVANCE AL 20%		18	11/05/2018	29/05/2018
6	Desarrollo: CAPITULO III - MATERIALES Y METODOS			
6.1	Elaboración de los materiales y métodos empleados para el desarrollo de tesis.	5	11/05/2018	16/05/2018
6.2	Presentación de los materiales y métodos empleados para el desarrollo de tesis.	0	17/05/2018	17/05/2018
	Reajuste de los materiales y metodos según correcciones.	1	18/05/2018	19/05/2018
7	Desarrollo: CAPITULO IV - RESULTADOS			
7.1	Elaboración de los resultados obtenidos a travez del desarrollo de tesis.	5	20/05/2018	25/05/2018
7.2	Presentación de los resultados obtenidos a travez del desarrollo de tesis.	0	26/05/2018	26/05/2018
	Reajuste de los resultados según correcciones.	1	27/05/2018	28/05/2018
8	<i>PRESENTACION PARCIAL DEL AVANCE DEL INFORME FINAL DE TESIS AL 50%</i>	2	28/05/2018	30/05/2018
AVANCE AL 50%		14	02/06/2018	19/06/2018
9	Desarrollo: CAPITULO V - DISCUSIÓN			
9.1	Elaboración de la discusión evidenciando el cumplimiento de los objetivos.	1	03/06/2018	04/06/2018
9.2	Presentación de la discusión evidenciando el cumplimiento de los objetivos.	0	04/06/2018	04/06/2018
	Reajuste de la discusión según correcciones.	1	05/06/2018	06/06/2018
10	Desarrollo: CAPITULO VI - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES			
10.1	Elaboración y presentación de las conclusiones y recomendaciones.	1	07/06/2018	08/06/2018
	Reajuste de las conclusiones según correcciones	0	09/06/2018	09/06/2018
11	Desarrollo: CAPITULOS VII / VIII - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS / ANEXOS			
11.1	Presentación de las referencias bibliograficas	1	10/06/2018	11/06/2018
11.2	Elaboración de los anexos del desarrollo de tesis	2	12/06/2018	14/06/2018
11.3	Presentación de los anexos del desarrollo de tesis	0	15/06/2018	15/06/2018
	Reajuste de los anexos según correcciones	1	16/06/2018	17/06/2018
AVANCE AL 80%		7		
11.4	Elaboración de manuales de usuario del funcionamiento del software	5	17/06/2018	22/06/2018
11.5	Presentación del manual de usuario	0	22/06/2018	22/06/2018
	Reajuste del manual de usuario según correcciones	1	23/06/2018	24/06/2018
12	Desarrollo: CAPITULO I - INTRODUCCION			
12.1	Elaboración de la introducción de tesis	1	23/06/2018	24/06/2018
12.2	Presentación de la introducción de tesis	1	25/06/2018	26/06/2018
	Reajuste de la introducción según correcciones	2	27/06/2018	29/06/2018
13	Elaboración y presentación de la dedicatoria, agradecimiento, índice y resumen.	0	29/06/2018	29/06/2018
	Reajuste de la dedicatoria, agradecimiento, índice y resumen según correcciones	0	30/06/2018	30/06/2018
14	<i>PRESENTACION FINAL DEL INFORME FINAL DE TESIS</i>	0	14/07/2018	14/07/2018
SUSTENTACION FINAL			04/07/2018	04/07/2018

ANEXO N° 8

Figura 36: Proforma análisis agrónomo



AGROTEC DEL VALLE
EXPERTOS EN EL CAMPO

PROFORMA DE ANÁLISIS AGRONOMO

Por el presente documento se expide los siguientes servicios a realizar por mi persona.

- identificación de plagas o enfermedades
- recomendación de agroquímico y dosis de aplicación
- verificación post aplicación del agroquímico

Cabe mencionar que todo servicio es realizado en el terreno agrícola, el costo de los servicios es de 120 soles previo depósito del 50% de la suma total, el monto restante se entrega después de la post aplicación.


Francisco Clavo Cabrera

ANEXO N° 9

Encuesta después de la implementación del sistema de visión artificial

*Obligatorio

1. ¿Cuál fue su experiencia en cuanto al uso del sistema de visión artificial? *

- Muy Difícil
- Difícil
- Ni muy difícil, ni muy fácil
- Fácil
- Muy Fácil

2. ¿El sistema de visión artificial identificó correctamente la plaga o enfermedad en su cultivo? *

- SI
- NO

3. Considera Ud. que el sistema de visión artificial brinda información útil acerca de la plaga o enfermedad encontrada? *

- Si es útil
- No es útil
- No opino

4. En cuanto a la información brindada por el sistema de visión artificial, ¿se ha logrado aumentar su nivel de información acerca de la plaga o enfermedad encontrada? *

- SI
- No
- No opino

5. Considera Ud. que el sistema de visión artificial brinda información útil acerca del agroquímico recomendado? *

- Si es útil
- No es útil
- No opino

6. En cuanto a la información brindada por el sistema de visión artificial, ¿se ha logrado aumentar su nivel de información acerca del agroquímico recomendado? *

- SI
- No
- No opino

7. ¿Ud. ha aplicado el agroquímico recomendado por el sistema de visión artificial? *

- SI
- NO

8. Si de la pregunta anterior su respuesta fue "SI" ¿que tan eficaz fue el agroquímico recomendado por el sistema de visión artificial?

- No fue eficaz
- Elimino la plaga o enfermedad de forma parcial
- Elimino la plaga o enfermedad de forma total

9. ¿Ud. Considera una herramienta útil el sistema de visión artificial? *

- SI
- Tal vez
- No

ANEXO N° 10
RESPUESTAS DE LA ENCUESTA DESPUES DE LA IMPLMENTACIÓN DEL SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

Figura 37: Respuesta 1, encuesta Anexo 9



Figura 38: Respuesta 2, encuesta Anexo 9

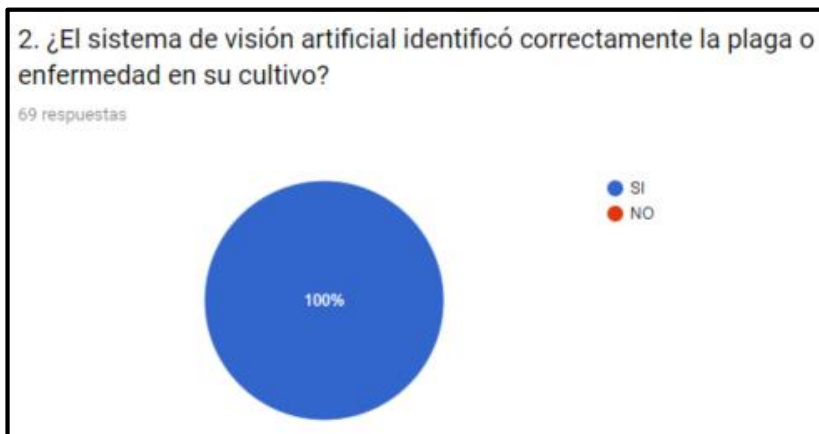


Figura 39: Respuesta 3, encuesta Anexo 9



Figura 40: Respuesta 4, encuesta Anexo 9

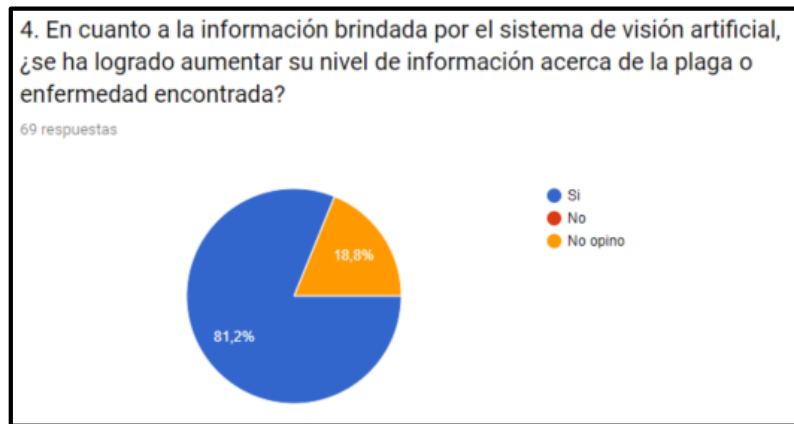


Figura 41: Respuesta 5, encuesta Anexo 9



Figura 42: Respuesta 6, encuesta Anexo 9

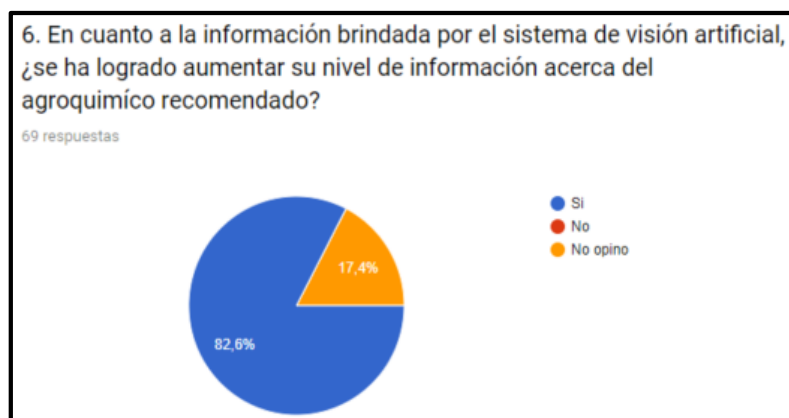


Figura 43: Respuesta 7, encuesta Anexo 9



Figura 44: Respuesta 8, encuesta Anexo 9



Figura 45: Respuesta 9, encuesta Anexo 9

