



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**
Creada Ley No. 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN SISTEMAS

**ESTUDIO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA HONGOS FITOPATÓGENOS EN
CULTIVO DE PLÁTANOS DE LA GRANJA ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN**

LÓPEZ FIGUEROA GÉNESIS MISHHELL

AUTOR

ING. RAÚL SAED REASCOS PINCHAO, MSc.

TUTOR

EL CARMEN, ENERO DEL 2020



Uleam

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN EN EL CARMEN



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Génesis Mishell López Figueroa, con número de cédula 131410562-6, estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen, en relación al Trabajo de Titulación presentado para su defensa y evaluación en el período 2019(2), declaro ser la única titular de este trabajo de investigación cuyo tema es: **“ESTUDIO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA HONGOS FITOPATÓGENOS EN CULTIVO DE PLÁTANOS DE LA GRANJA ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN.”**, el mismo que autorizo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión en El Carmen hacer uso completo o parcial del contenido solo con fines académicos.

Génesis Mishell López Figueroa

CI. 131410562-6

CERTIFICACIÓN

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR.	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico:

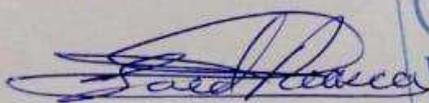
Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la modalidad de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es **"Sistema Experto para el cultivo de plátano en el cantón El Carmen provincia de Manabí"**, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a **López Figueroa Génesis Mishell**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas, periodo académico 2019-2020 (2), quien se encuentra apta para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 06 de enero de 2020.

Lo certifico,



Ing. Raúl Saed Reascos Pinchao, MSc.
Docente Tutor
Carrera: Ingeniería en Sistemas

DEDICATORIA

Todos tenemos sueños. Pero para convertir los sueños en realidad, se necesita una gran cantidad de determinación, dedicación, autodisciplina y esfuerzo.

Uno dedica sus mejores logros y esfuerzos al único Padre que siempre está en las buenas y en las malas y hoy quiero dedicar este merecido logro y esfuerzo a Dios, porque a él se le debe la honra y la gloria.

A mis padres, familiares y amigos dedico este merecido reconocimiento por ser las personas que jamás desconfiaron de mis capacidades e intelecto para conseguir sueños.

Y como nunca puede faltar el agradecimiento a las personas que lo hicieron todo posible, mis maestros de enseñanza. Con mucho cariño y aprecio dedico mis triunfos a esas personas que estuvieron ahí sin condición alguna cada día.

Génesis

AGRADECIMIENTO

Gracias queridos docentes, gracias querida casa y hogar de refugio de mis conocimientos Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen.

Y un agradecimiento en especial.

A mi tutor Ing. Saed Reascos, gracias por inculcarme conocimientos y valores durante mi formación como profesional.

Autora

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
SUMMARY	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Sistema experto	3
1.1.1 Contenido de un sistema experto	3
1.1.2 Organización de un sistema experto	3
1.1.2.1 Interfaz con el usuario.....	4
1.1.2.2 Base de conocimiento.....	4
1.1.2.3 Motor de inferencia	5
1.1.3 Tipos de inferencia	5
1.1.4 Ventajas de los sistemas expertos	6
1.1.5 Evaluación de riesgos.....	7
1.1.6 Inteligencia Artificial	8

1.1.7	Algoritmo genético	8
1.1.8	Ejecución de Inferencias.....	9
1.1.9	Extracción del Conocimiento	10
1.1.10	Reconocimiento de Patrones	11
1.2	Hongos Fitopatógenos	11
1.2.1	Hongos	11
1.2.1.1	Estilos de vida	11
1.2.2	Importancia de los Hongos Fitopatógenos	12
1.2.2.1	Características	12
1.2.2.2	Estructura de Hongos Patógenos	13
1.2.2.3	Clasificación de Hongos Fitopatógenos	13
1.2.3	Observación Directa del Tejido Infectado	14
1.2.4	Papel de los hongos en el agro ecosistema	15
1.2.4.1	Importancia biológica	15
1.2.5	Generalidades del Reino Fungi	15
1.2.6	Estructura de Sobrevivencia	16
1.2.6.1	Rizomorfos	16
1.2.6.2	Esclerocios.....	16
1.2.6.3	Clamidóspora	16
1.2.7	Ciclos de vida de los Hongos Fitopatógenos	17
1.2.7.1	Fase asexual.....	17
1.2.7.2	Fase sexual.....	17
1.2.7.3	Fase diseminación	18
1.2.8	Aislamiento en cultivo puro	18
1.2.9	Métodos de preservación de hongos.....	18

1.2.9.1	Método liofilización.....	19
1.2.9.2	Método de preservación en aceite mineral.....	19
1.2.9.3	Método de conservación en seco.....	19
1.2.10	Síntomas inducidos por hongos en plantas.....	19
CAPÍTULO II.....		21
2	DIAGNÓSTICO.....	21
2.1	Tipos de investigación.....	21
2.1.1	Cuantitativa.....	21
2.2	Métodos de la investigación.....	21
2.2.1	Analítico.....	21
2.2.2	Inductivo - Deductivo.....	21
2.3	Técnicas e instrumentos.....	22
2.3.1	Encuesta.....	22
2.3.2	Ficha de Observación.....	22
2.4	Población.....	22
2.5	Muestra.....	23
2.6	Gráficas o Tablas.....	23
2.6.1	Ficha de registro de las hojas de plátano.....	23
2.6.2	Resultados de Observaciones.....	25
2.6.3	Encuesta dirigida a los estudiantes de Noveno y Décimo semestre de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.....	25
2.7	Análisis de resultados.....	28
CAPÍTULO III.....		30
3	PROPUESTA.....	30
3.1	Título de la Propuesta.....	30

3.1.1	Objetivo	30
3.1.2	Recursos disponibles.....	30
3.1.3	Ambiente	30
3.2	Análisis.....	30
3.2.1	Requerimientos.....	30
3.2.1.1	Funcionales.....	30
3.2.1.2	Operacionales	31
3.2.2	UML.....	31
3.2.2.1	Caso de Uso	31
3.2.2.2	Diagrama de Secuencia	32
3.2.2.3	Diagrama de Estado Imagen.....	32
3.3	Diseño.....	33
3.3.1	Interfaz.....	33
3.3.1.1	Color	33
3.3.1.2	Pantallas	33
3.4	Codificación.....	35
3.4.1	Clases.....	35
3.4.2	Métodos.....	35
3.4.3	Descripción de la codificación.....	36
3.5	Pruebas de recolección de datos	42
3.5.1	Resultados de las pruebas	43
3.6	Factibilidad	44
3.6.1	Factibilidad Técnica	44
3.6.2	Factibilidad Operativa	44
3.6.3	Factibilidad Económica.....	44

3.7 Conclusión del estudio	44
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha de registro de las hojas de plátano	25
Tabla 2: Resultados de la encuesta	28
Tabla 3: Descripción de la clase Neurona	36
Tabla 4: Descripción de la función para calcular la sumatoria y activación de cada neurona	37
Tabla 5: Constructor de la clase red neuronal.....	38
Tabla 6: Método para la carga de datos de entrenamiento	39
Tabla 7: Método de Propagación	40
Tabla 8: Método para elegir imagen.....	41
Tabla 9: Pruebas de recolección de datos	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Muestra de tejidos.....	18
Ilustración 2: Relaciones fitogenéticas de los hongos	20
Ilustración 3: Caso de uso de la aplicación	31
Ilustración 4: Diagrama de secuencia de la aplicación.....	32
Ilustración 5: Diagrama de estado de la imagen	32
Ilustración 7: Menú principal.....	33
Ilustración 6: Pantalla principal.....	33
Ilustración 8: Pantalla de seleccionar imagen	34
Ilustración 9: Opción de reconocer la enfermedad	34
Ilustración 10: Pantalla del instructivo	35
Ilustración 12: Codificación de la clase Neurona.....	36
Ilustración 13: Función para calcular sumatoria y activación de cada neurona....	37
Ilustración 14: Constructor de la clase red neuronal	38
Ilustración 15: Método de carga de datos de entrenamiento.....	39
Ilustración 16: Método de Propagación	40
Ilustración 17: Método para elegir imagen	41
Ilustración 18: Resultados de pruebas	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Encuesta dirigida a los estudiantes de noveno y décimo semestre de Ingeniería Agropecuaria

Anexo B. Ingreso a la granja ULEAM

Anexo C. Tomando fotografías para las respectivas pruebas

Anexo D. Realizando pruebas de campo

Anexo E. Seleccionando hojas

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo realizar un estudio de un sistema experto para hongos fitopatógenos, el cual está enfocado en reconocer las enfermedades de las hojas del plátano, siendo una de las plantas con más productividad en nuestro entorno, por tal motivo, se accedió desarrollar una investigación para recolectar información y establecer qué tan eficaz será la solución propuesta para resolver el problema. Las metodologías implementadas ayudaron en la interpretación y recolección de datos para estructurar el proceso de desarrollo, se aplicó una encuesta y ficha de observación a los estudiantes para obtener resultados reales, se utilizaron los métodos analíticos e inductivo-deductivo para el desarrollo del capítulo 1. Una vez realizada la presente investigación se determinó que el estudio realizado para demostrar las enfermedades en las hojas del plátano no es factible, debido a que mediante las pruebas realizadas se logró verificar que los resultados obtenidos por medio de los dispositivos móviles no son tan satisfactorios, es por eso que no se llegó a obtener una propuesta factible.

SUMMARY

The present research work aims to carry out a study of an expert system for phytopathogenic fungi, which is focused on recognizing the diseases of banana leaves, being one of the plants with more productivity in our environment, for this reason, it was accessed Develop an investigation to collect information and establish how effective the proposed solution will be to solve the problem. The methodologies implemented helped in the interpretation and collection of data to structure the development process, a survey and observation sheet were applied to the students to obtain real results, the analytical and inductive-deductive methods were used for the development of chapter 1. Once the present investigation was carried out, it was determined that the study carried out to demonstrate the diseases in the banana leaves is not feasible, because through the tests carried out it was possible to verify that the results obtained by means of mobile devices are not so satisfactory, That is why a feasible proposal was not obtained.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha evidenciado que los hongos pueden resultar destructores antes los cultivos de las plantas y que cada día se están extendiendo. El problema a enfrentar es la carencia de información en el reconocimiento de las enfermedades por hongos en cultivos de plátano, lo cual se genera por la falta de instrumentos y equipos de verificación de campo.

En el cantón El Carmen, sobre todo en las zonas agrícolas los hongos son causantes de enfermedades en las hojas de cultivos de plátanos, siendo estos responsables de pérdidas económicas ya que el daño que causan no solo se refiere a las pérdidas de producción económica, sino también a las pérdidas en la producción biológica, es decir, al cambio que existe en el crecimiento y desarrollo de las plantas atacadas por estos microorganismos.

“Se considera sistema experto a la capacidad de resolver problemas difíciles emulando a un experto humano, además de razonar heurísticamente mediante reglas eficaces”. (Poblet, 1988, pág. 190)

En la actualidad los sistemas expertos, como rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos que agregan en forma clara, extensiva y transformable el conocimiento exacto o impreciso que tiene una persona o un grupo de expertos en un tema, los sistemas expertos simulan el proceso de aprendizaje, memorización, razonamiento y comunicación y prestan ayuda en el análisis de problemas y toma de decisiones semejantes a las que proveería el grupo de expertos.

Como solución al problema, mediante un estudio de un Sistema Experto se identificarán hongos en cultivos de plátano de la granja ULEAM Extensión El Carmen, fundamentando teóricamente los sistemas expertos y hongos mediante fuentes bibliográficas para el desarrollo del marco teórico, realizar la recolección de información que permita validar la existencia del problema y caracterizar la propuesta de solución y desarrollar el prototipo del sistema para el reconocimiento de hongos en cultivos de plátano.

El presente trabajo de titulación se encuentra estructurado de las siguientes partes: en el capítulo I se plantea el desarrollo del marco teórico con las variables sistema experto y hongos fitopatógenos; en el capítulo II corresponde a las metodologías, técnicas e instrumentos, población, muestra, gráficas o tablas y resultados; el capítulo III engloba el título de la propuesta, análisis, diseño, codificación, pruebas de validación y verificación, factibilidad y conclusión del estudio.

Este proyecto se basa en una investigación de tipo cuantitativa, ya que se realizaron pruebas de recolección de datos RGB, se utilizaron los métodos analítico, inductivo-deductivo para el análisis de las variables, y las técnicas de la encuesta y ficha de observación para la recolección de datos verídicos, se utilizó como población a los estudiantes de noveno y décimo semestre de la carrera Ingeniería Agropecuaria (40 estudiantes) para realizar la respectiva encuesta.

Una vez realizado el presente estudio, se obtuvieron resultados poco favorables, lo que indica que la aplicación móvil para el reconocimiento de enfermedades en la hoja del plátano tiene un bajo porcentaje de viabilidad debido a que tiene falencias para detectar con exactitud los colores en las hojas del plátano.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Sistema experto

1.1.1 Contenido de un sistema experto

El contenido se basa en una base de reglas que agrega el conocimiento experto, una base de hechos que representa el conocimiento actual del sistema, un motor de inferencia que permite aplicar las reglas y una interfaz de usuario. Un sistema experto tiene un grupo de reglas a la que se le llama base de reglas las cuales plasman el conocimiento de un experto en el tema. Las situaciones de aplicación de una regla se los llaman premisas. Podrían constar varias premisas, y en ciertos casos están asociadas por una unión, lo que quiere decir que deben ser verdaderas todas las premisas para poder usar la regla. (Díez, Gómez Gómez, & De Abajo Martínez, 2001)

Los nuevos conocimientos se les llaman conclusiones. Si el sistema experto está hecho por todos sus pedazos, es viable escoger el formato de las reglas de tal forma que repercuta lo más cercano al dominio trabajado. Esto hará más sencilla la implementación y la creación del motor. Las suposiciones de una regla podrían ser de dos tipos, conocimiento relativo al problema que facilita el beneficiario del sistema, esto se refiere a los accesos y la noción originaria de la aplicación de las reglas, es decir, de los hechos deducidos. Los dos tipos de conocimientos se deben ingresar en una base de hechos que tiene la información sobre el inconveniente, sea cual sea su inicio, cuando se hace un sistema experto la base no reduce, en primer lugar, más que el conocimiento del usuario y se culmina poco a poco con hechos deducidos. (Mathivet, 2017)

1.1.2 Organización de un sistema experto

Un software o sistema experto suele estar compuesto por diferentes partes que se relacionan entre ellas mismas. El motor de inferencia es uno de los componentes esenciales, ya que él es el encargado de realizar simulación de lo que es la parte

lógica. Por lo deducido anteriormente se puede decir que es el componente que consigue una respuesta o llega a una conclusión, misma que se hace partiendo del desarrollo de una derivación en el cual se proporcionan nuevos datos por el usuario y la información guardada en la base de conocimiento, la cual es otro de los elementos esenciales en el desarrollo de un sistema experto. (Heredero, López Hermoso Agius, Romo Romero, & Medina Salgado, 2019)

El cliente o usuario ingresa y obtiene parte, podemos decir que se entabla comunicación con el sistema por medio de lo que es interface de usuario, podría ser con la colaboración de un sistema de menús u otro sistema de obtención de datos. La base de conocimiento es el componente del sistema que hospeda los datos que provienen del mismo conocimiento de uno o ciertos expertos. La información guardada en la base toma el nombre de conocimiento abstracto, siendo establecida, como ciertas reglas de estilo, incluyendo los hechos y los enlaces más relevantes de un asunto en particular. Finalmente, el sistema se complementa con el último componente al cual se le llama base de hechos, y que posee el cargo de guardar las rutas o caminos continuos por el motor de inferencia en la simulación de lo lógico. (Lahoz-Beltra, 2010)

1.1.2.1 Interfaz con el usuario

La interfaz con el usuario permite al encargado ingresar instrucciones y datos en el sistema experto y recoger información de él, las instrucciones detallan los parámetros en los que se rige el sistema experto en su proceso de razonamiento. (McLeod, 2000)

1.1.2.2 Base de conocimiento

La base de conocimiento contiene hechos que puntualizan el área problema y procesos de representación de conocimientos que refieren como los hechos mejoran de forma lógica suele usarse el término dominio del problema para definir el área del problema. (McLeod, 2000)

1.1.2.3 Motor de inferencia

El motor de inferencia o sistema de inferencia es el eje del sistema experto. El motor permitirá escoger y utilizar las reglas. Este trabajo no es esencialmente, fácil ya que pueden existir muchas reglas. También, no valdrá de nada usar una regla que ya se ha utilizado antes o que no tiene nada que ver con el problema que tratamos de resolver. Es decir, si creamos un sistema experto que permita reconocer la fauna y la flora de un bosque y queremos saber a qué familia pertenece un insecto, no servirá de nada intentar aplicar las reglas correspondientes a los árboles o arbustos. (Martínez, 2005)

Es también el motor de inferencia el que aumentará los nuevos hechos a la base de hechos, donde permitirá comprobar si un hecho ya es conocido. Añadir hechos que no son ciertos resulta tan atrayente como añadir hechos que, si lo son, en ciertos casos cuando los sistemas suelen ser un poco complejos y al enfocarse a hablar de un solo tema, se podría ejemplificar en base a un insecto, saber que el insecto que ya está buscado no tiene alas es, también muy significativo ya que nos permite restringir los intentos para hallar la especie de la cual ya se tiene la información necesaria. Además, busca el motor las posibilidades hasta encontrar el hecho o hasta que no puedan usar nuevas reglas. (Mathivet, 2017)

1.1.3 Tipos de inferencia

Los diferentes estudios científicos realizados que uno de los principales problemas de las personas interesadas en la investigación y planteamiento de nuevas teorías y mecanismos tecnológicos es la comprensión precisa de los datos hallados en la investigación para luego proponer las conclusiones más entendibles y aplicables, esto en definitiva es lo que se conoce como inferencia lectora y de comprensión. (King & Harmon, 1988)

El principal tipo de inferencia es el la Inferencia de Comprensión Lectora, lo cual se puede conceptualizar como el mecanismo que cada persona tiene para entender y hacer conclusiones sobre la perspectiva de comprender los signos, símbolos y el texto en general de un conjunto de datos que componen un documento o un enunciado, decodificándolo para luego codificarlo en un nuevo enunciado que

representa a la respuesta esperada; es decir, no se limita a interpretar las palabras o frases, sino que también descubre lo que puede estar implícitamente entre líneas o en códigos de lenguaje no común, lo cual vuelve a la lectura en una comprensión semántica y pragmática, donde la interpretación de la lectura conduce a la exposición de las utilidades específicas de los hechos. Esta interacción entre causa y efecto es la producción de inferencias mediante la dinámica interactiva de lectura comprensión, que complementa la información original en nuevos conceptos basados en los conocimientos conceptuales netamente lingüísticos con aplicación de estrategias inferenciales. (Cisneros, 2010)

El algoritmo que mayormente se utilizó para arreglar pasos lógicos que conduzcan a la solución de problemas, utiliza dos métodos de razonamiento, el método de razonamiento deductivo y el razonamiento inductivo, sin que se descarte la utilización simultánea de los dos métodos de razonamiento para realizar la misma acción, a lo cual se conoce como método mixto; se puede definir al razonamiento deductivo como el proceso mental que ayuda a razonar organizando y estructurando las ideas para llegar a una conclusión, a esto se conoce en Inteligencia Artificial como motor de inferencia que utiliza datos, sobre hechos que se pueden comprobar mediante reglas aplicables, luego, si es aplicable se agregan las conclusiones sobre los hechos referidos, entonces, el motor experimenta con todas las posibilidades que lleven al hecho buscado o hasta determinar que no se pueden aplicar nuevas reglas. (Mathivet, 2017)

1.1.4 Ventajas de los sistemas expertos

Según (Giarratano, 2001) los sistemas expertos brindan las siguientes ventajas:

- Están disponibles para cualquier equipo de cómputo, su costo es reducido, pueden utilizarse en entornos que podrían ser peligrosos para una persona y a diferencia de los humanos, que pueden renunciar o morir, el conocimiento del sistema experto durará definitivamente.
- El conocimiento de distintos especialistas podría estar disponible para realizar trabajos simultánea y continuamente sobre un problema en cualquier

momento del día o de la noche, y el nivel de práctica combinada de muchos sistemas expertos puede sobrepasar el de un solo experto humano.

- Al aportar una segunda opinión, los sistemas expertos aumentan la seguridad en que un experto ha tomado la decisión adecuada o al dar una opinión de calidad en caso de discordancias entre varios especialistas.
- Un sistema experto puede manifestar claro y detallado el razonamiento que se lleva a una conclusión, lo que extiende la confianza en que se escogió la decisión correcta. Ya que un ser humano puede estar en ciertos casos algo cansado o mostrarse incapaz de hacerlo siempre
- Casi siempre es necesaria una respuesta rápida o en tiempo real. Para ciertas aplicaciones, dependiendo del software y hardware que se usó, un sistema experto puede ser capaz de expresar más rápido su respuesta y estar más dispuesto que un experto, ya que en algunas condiciones de emergencia pueden requerir respuestas más rápidas que las de un humano de manera que un sistema experto en tiempo real resulta una buena elección.

1.1.5 Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos, iniciando desde las diferentes reglas del experto, la aplicación permitirá evaluar los riesgos para hacerles frente o intentar evitarlos, así como también existen sistemas expertos aptos para determinar las amenazas para poder reaccionar rápidamente. En ciertos dominios como lo es en el médico, existen también sistemas expertos que permiten determinar las poblaciones en riesgo, es decir para determinar las posibilidades de un nacimiento prematuro durante un embarazo. En el dominio financiero, permiten determinar los riesgos para los créditos o la seguridad vinculada a un préstamo. Se utilizan, por último, en la detección de fraude monitorizando las transacciones que no son casuales, es decir para determinar en ciertos casos si se ha hecho un uso indebido de una tarjeta de crédito o si ha sido robada. (Mathivet, 2017)

1.1.6 Inteligencia Artificial

En la era moderna de una programación sea exitosa es que esta devuelva los resultados esperados con uso de Sistemas Expertos, es el paradigma necesario la utilización de Inteligencia Artificial que emule a la inteligencia humana. (Mathivet, 2017)

En el siglo XX Herbert Simón, Allen Newell y Cliff Shaw escribieron programas con procedimientos semejantes al realizado por el pensamiento humano, abarcaba en aplicar y ejecutar reglas de axiomas ya probados, el método consistía en que a partir de una expresión lógica hacía todas las operaciones posibles hasta llegar a la prueba de una nueva expresión, usando heurísticas; se puede afirmar que fue uno de los principales pasos en el desarrollo de inteligencia Artificial. El teórico de la lógica fue capaz de resolver rápidamente, treinta y ocho de los cincuenta y dos problemas con pruebas planteados por Whitehead y Russel, por esos tiempos, Shanon hizo una publicación explicando cómo las computadoras podrían jugar ajedrez. (Krishnamoorthy, 2018)

Esto permitió llegar a la conclusión de que la Inteligencia Artificial es una ciencia de la ingeniería con procedimientos y recursos informáticos, pudiéndose decir también que la Inteligencia Artificial es la simulación de programación inteligente. (Pino, 2013)

1.1.7 Algoritmo genético

La clase abstracta de Algoritmo genérico es la última clase, y es la clase de la que heredarán los cinco algoritmos a aplicarse en la vida cotidiana está basado en lo que son procesos de organismo vivo, en la actualidad los algoritmos genéticos son la puerta futurista de la programación y de la inteligencia artificial. Los algoritmos genéticos son sistemas de búsqueda y optimización inspirados en los procesos simples de la evolución de las especies. Los algoritmos genéticos tienen como particularidad sus paralelismos, así como en la evolución natural. Los sistemas actuales cuentan con potentes tarjetas gráficas, frecuentemente programables, que permanecen inactivas durante la ejecución de aplicaciones no gráficas. (Alander, 1992)

1.1.8 Ejecución de Inferencias

El conocimiento de un experto puede formalizarse y almacenarse en una base de conocimientos. Las estrategias que se utilizan para realizar inferencias y controlar el proceso de razonamiento. Las estrategias de inferencia y de control gobiernan al sistema de conocimientos en lo que se refiere a la forma de hacer uso de los hechos y de las reglas que tiene almacenados en su base de conocimientos y de las informaciones que adquiere el usuario. El motor de inferencia es el que lleva a cabo dos tareas principales, en primer lugar examina los hechos y las reglas, y si es posible, añade nuevos hechos. En segundo lugar, decide el orden en que se hacen las inferencias. A lo largo de este proceso, el motor de inferencias controla la consulta con el usuario controla la consulta con el usuario. (King & Harmon, 1988).

La táctica de inferencia que mas se maneja en los sistemas de conocimiento está establecida en la aplicación de una regla lógica que se llama modus ponens, esta regla que todos aplicamos sin pensar en ella, dice que si sabemos que un valor A es verdadero y si tenemos que B es verdadero, dicho de otro modo, cuando se descubre que las premisas de una regla son verdaderas tenemos motivos para creer en las conclusiones. (Díez, Gómez Gómez, & De Abajo Martínez, 2001)

El principal tipo de inferencia es la Inferencia de Comprensión Lectora, lo cual se puede conceptualizar como el mecanismo que cada persona tiene para entender y hacer conclusiones sobre la perspectiva de comprender los signos, símbolos y el texto en general de un conjunto de datos que componen un documento o un enunciado, decodificándolo para luego codificarlo en un nuevo enunciado que representa a la respuesta esperada; es decir, no se limita a interpretar las palabras o frases, sino que también descubre lo que puede estar implícitamente entre líneas o en códigos de lenguaje no común, lo cual vuelve a la lectura en una comprensión semántica y pragmática, donde la interpretación de la lectura conduce a la exposición de las utilidades específicas de los hechos. Esta interacción entre causa y efecto es la producción de inferencias mediante la dinámica interactiva de lectura comprensión, que complementa la información original en nuevos conceptos. (Cisneros, 2010)

El algoritmo que mayormente se utilizó para arreglar pasos lógicos que conduzcan a la solución de problemas, utiliza dos métodos de razonamiento, el método de razonamiento deductivo y el razonamiento inductivo, sin que se descarte la utilización simultánea de los dos métodos de razonamiento para realizar la misma acción, a lo cual se conoce como método mixto; se puede definir al razonamiento deductivo como el proceso mental que ayuda a razonar organizando y estructurando las ideas para llegar a una conclusión, a esto se conoce en Inteligencia Artificial como motor de inferencia que utiliza datos, sobre hechos que se pueden comprobar mediante reglas aplicables, luego, si es aplicable se agregan las conclusiones sobre los hechos referidos, entonces, el motor experimenta con todas las posibilidades que lleven al hecho buscado o hasta determinar que no se pueden aplicar nuevas reglas. (Mathivet, 2017)

1.1.9 Extracción del Conocimiento

La metodología de extracción del conocimiento presenta algunas dificultades para su producción, lo cual puede deberse a diferentes factores, primeramente está la necesidad de establecer un vocabulario con los elementos básicos y formalismos que utilizan los expertos, aunque se sienten más cómodos usando términos comunes que los términos de razonamiento general; por otra parte, debe hallar la representación adecuada para que sea interpretada y adoptada por el experto, para que lo pueda transformar en un sistema de cómputo; otra dificultad para los expertos sería el cómo explicar el algoritmo utilizado para resolver los problemas, a esto se conoce como la paradoja del experto. Entonces, la dificultad real para la adquisición del conocimiento radica en establecer los métodos del conocimiento para la solución del problema. (ECURED, 2019)

La técnica de extracción de conocimiento en un sistema informático, específicamente en un Sistema Experto no es otra cosa que la extracción asistida por un ordenador de conocimientos, empezando por los primeros datos e informaciones, tratando de descubrir e identificar patrones que no son evidentes y que además pueden ser inesperados en estos datos, pero estos deben ser fáciles de ser entendidos por las personas y que además ofrezcan presentes puntos de

vista útiles, importantes sobre todo en los grandes fondos de información, en los que se dispongan de recursos humanos muy escasos. Para la extracción del conocimiento hace falta el concurso de un experto para consultar sobre las reglas necesarias a aplicarse en el trabajo, esta actividad no es sencilla, por lo que el experto es el indicado por cuanto tiene la capacidad de aplicar cierto automatismo sin reglas definidas, experiencia y control de problemas. (Lahoz-Beltrà, 2014)

1.1.10 Reconocimiento de Patrones

En muchos casos ciertas aplicaciones de reconocimiento de patrones simbolizan un porcentaje de lo que es la industria de la inteligencia artificial. Se puede decir que dentro de lo que se refiere a aplicaciones de reconocimiento están , la identificación de rostros, identificación de huellas dactilares, reconocimiento de escritura, análisis de datos científicos, análisis de muestras biológicas, análisis de datos provenientes de satélites de reconocimientos, visión de robots, reconocimiento óptico de caracteres, reconocimiento automático de voz y sistemas expertos. (Beekman, 1999)

1.2 Hongos Fitopatógenos

1.2.1 Hongos

Según (Castro & Moreno, 2017) (Ruiz & Moreno, 2006) los hongos son microorganismos heterótrofos, aerobios, unicelulares y pluricelulares portadores de esporas capaces de desarrollarse en una amplia gama de subsistemas de los cuales obtienen nutrientes para formar su propia materia orgánica, son hongos que se reproducen sexual y asexualmente y no contienen clorofila, existen diferentes estilos de vida:

1.2.1.1 Estilos de vida

- **Saprófitos:** Son microorganismos que viven sobre materia orgánica en descomposición, son esenciales para el ecosistema por su capacidad de transformar materia orgánica en inorgánica generadores de humus, básicos para su reutilización por las plantas.

- **Parásitos:** Son hongos que degradan materia orgánica de un organismo vivo, por lo general viven a expensas de otros individuos ya sean estos animales o plantas causando una enfermedad o hasta la muerte, conocidos como hongos de pudrición blanca.
- **Simbióticos:** Viven en simbiosis con otros organismos, son hongos que establecen una relación con otros cuerpos vegetativos, por ejemplo, hongos que forman una asociación con las raíces de la planta, ellos reciben el nombre de micorriza porque colonizan en el interior de células vegetales.

1.2.2 Importancia de los Hongos Fitopatógenos

Los hongos son los principales agentes de la putrefacción y descomposición de materia orgánica, son importantes no por una enfermedad en el cultivo sino porque atacan a una gran variedad de cultivos entre ellas el plátano con los hongos *Mycosphaerella*, *fijiensis* y *musicola* causantes de la sigatoka negra y amarilla, aquello representa una amenaza al ocasionar daños graves en los principales cultivos hortofrutícolas de El Carmen, produciendo en las plantas enfermedades que reducen su productividad, fecundidad y sobrevivencia; en sistemas agrícolas estas reducciones suelen convertirse en pérdidas tanto económicas como pérdidas biológicas. (Cavallini, 1998) (Castro & Moreno, 2017)

1.2.2.1 Características

Los hongos fitopatógenos se caracterizan por ser organismos eucarióticos microscópicos con núcleos bien definidos y estructuras poco conspicuas, su pared celular está formado por quitina, celulosa o ambas las cuales realizan la absorción de moléculas orgánicas en las plantas para la secreción de enzimas; su reproducción puede ser sexual o asexual mediante esporas y son carecientes de clorofila, su posición taxonómica pertenece a la división Mycota, que tiene dos subdivisiones: Myxomycotina que son mohos mucilaginosos y Eumycotina que son hongos verdaderos. (Rivera, 1999) (Castro & Moreno, 2017) (Riveros, 2010)

1.2.2.2 Estructura de Hongos Patógenos

- **Micelio:** Cuerpo o talo vegetativo formado por bifurcaciones filamentosas conocidas como hifas.
- **Hifa:** Son filamentos tubulares con pared celular que forman el micelio.
- **Espora:** Cuerpo formado por una o varias células, son los encargados de la reproducción de la especie y actúan como si fueran semilla de plantas.
- **Haustorios:** Son hifas especializadas en la absorción de nutrientes de las plantas hospedantes.
- **Esclerocio:** Son de cuerpo vegetativo de consistencia dura, pueden sobrevivir en condiciones adversas.
- **Estroma:** Agrupación de hifas, donde se forman las fructificaciones del hongo dentro o fuera de la planta hospedante. (González, 1985)

1.2.2.3 Clasificación de Hongos Fitopatógenos

Las enfermedades producidas por hongos se componen por una gran variedad de tipos de hongos patógenos, en sus hospederos ocasionan diferentes síntomas a continuación de nombran los más relevantes divididos en dos grupos de los cuales se dividen por clases entre ellos se nombran los más comunes en cultivos hortofrutícolas. (Urbina, 2011) (Ruiz & Moreno, 2006)

1.2.2.3.1 Hongos inferiores

Son hongos de cuerpos fructíferos, caracterizados por poseer micelio cenocítico con hifas anchas y se subdividen en dos clases:

- **Oomycetes:** Se producen mediante esporas flageladas asexuales, conocidas como zoosporas, y sexuales conocidas como oosporas, cuentan con micelios bien desarrollados generando la podrición de la raíz de la planta como también la pudrición de semillas y el ahogamiento de plántulas. (Ruiz & Moreno, 2006)
- **Zigomycetes:** Son hongos terrestres que se reproducen mediante esporas sexuales conocidos como zigosporas y asexual conocidas como

esporangiosporas, los síntomas generados son la pudrición de los frutos en estado tierno. (Ruiz & Moreno, 2006) (Urbina, 2011)

1.2.2.3.2 Hongos superiores

- **Ascomycetes:** Son organismos imperfectos sin forma, se reproducción mediante esporas asexual y sexual con micelios tabicados, los síntomas generados son el enrizamiento de las hojas de la planta como también verrugas foliares.
- **Basidiomicetos:** Son hongos con cuerpos fructíferos de micelio tabicado formados en la superficie de las hojas, su reproducción sexual genera las basidiosporas y la asexuales a los espermacios, en las plantas producen las royas en hojas.
- **Deuteromycetes:** Son microorganismos que carecen de estructuras sexuales, en muchos cultivos ocasionan la antracnosis, manchas foliares, quemaduras en hojas, pudrición de la raíz y pudrición en algunos frutos. (Ruiz & Moreno, 2006) (Urbina, 2011)

1.2.3 Observación Directa del Tejido Infectado

La identificación de un tejido infectado no siempre es visible debido a que tienen estructuras poco reconocibles a simple vista, por la variedad de tipos de hongos patógenos y afectaciones en las plantas, por ejemplo, en algunos casos se hospedan dentro de los tejidos de la planta y eso hace imposible de observarlo a simple vista, en el caso de estructuras reproductivas si son posibles de observar, pero microscópicamente porque afloran en la superficie de la planta, el caso de la reproducción por esporas son fáciles de identificar y observables directamente sobre la superficie vegetal. Para su identificación es recomendable obtener sus cuerpos fructíferos, observando la manera en que se reproducen, su forma y números de esporas como también medir el hongo causante de la enfermedad. (González, 1985) (Sosa, 1997)

No siempre es posible realizar un análisis correcto de las enfermedades basadas en la observación directa del tejido infectado, esto se debe a que muchos hongos

no originan lo requerido por su taxonomía para determinar con seguridad de que hongo patógeno se trata debido a que una sola planta puede verse afectada por hongos diferentes con síntomas similares, por ejemplo los hongos del plátano que son varios y pueden tener síntomas parecidos como la sigatoka negra, sigatoka amarilla, necrosis foliar o manchas necróticas, notándose en la planta tejido muerto de color negro, lesiones cloróticas en las hojas y áreas necróticas en su superficie. (Sosa, 1997) (González, 1985) (Riveros, 2010)

1.2.4 Papel de los hongos en el agro ecosistema

Además de producir enfermedades de plantas, los hongos realizan una cadena de funciones en el agro ecosistema, son de suma importancia en el sustento ecológico para el medio ambiente y la sociedad humana al ser agentes de descomposición de materia orgánica tanto vegetal como animal regulan la liberación y devolución de nutrientes y minerales a las plantas; los hongos manejados adecuadamente podrían resultar de beneficio para el agricultor y a nivel global para la biosfera son esenciales para la supervivencia de todo ser vivo. (Cavallini, 1998) (Castro & Moreno, 2017)

1.2.4.1 Importancia biológica

Juegan un rol importante al ser descomponedores, debido a que transforman la materia orgánica en sustancias asimilables para otros seres vivos, al ser capaces de descomponer productos alimenticios y componentes orgánicos, además algunos hongos forman asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas beneficiando a la planta en una mejor absorción de nutrientes del suelo intercambiando sustancias nutritivas y funciones que particularmente no pueden ser obtenidas por sí solas y a su vez combatir ciertas plagas y enfermedades. (Cavallini, 1998) (Castro & Moreno, 2017)

1.2.5 Generalidades del Reino Fungi

En el reino fungí se agrupan una gran cantidad de hongos filamentosos, levaduriformes y plasmodiales, eucarióticos unicelulares y pluricelulares son hongos que tienen gran impacto para la biosfera, en algunos casos tienen efectos

destructivos como también benéficos. Entre los destructivos están los nocivos que tienen una desarrollada gama de agentes causantes de enfermedades en cultivos, animales y hasta en humanos, en su mayoría los hongos son saprófitos con aproximadamente cien mil especies, cincuenta especies de hongos causan problemas de salud y animal, en especies vegetales se ven afectadas por ocho mil variedades de hongos patógenos. (Rivera, 1999)

1.2.6 Estructura de Sobrevivencia

Muchos hongos tienen la capacidad de crear estructuras para sobrevivir durante periodos desfavorables algunos de ellos se aprecian a simple vista y otros son diminutos, suelen presentar color oscuro y en muchos casos no se puede distinguir de los terrones o semillas, entre ellos están: Rizomorfos, Esclerocios y Clamidóspora. (Icochea, 1997)

1.2.6.1 Rizomorfos

Este tipo de estructura de sobrevivencia es una de las más comunes en nuestro medio por lo que su ubicación de crecimiento se encuentra situado entre los troncos y hojas de los árboles logrando ser observadas a simple vista con facilidad por su color oscuro, además es considerada como una especie de cordones por su forma que toma al crecer en los troncos de los árboles, formándolos por hifas como apariencia de raíces. (Rivera Coto, 2007)

1.2.6.2 Esclerocios

Los esclerocios tienen una estructura en forma de masa que suelen estar compactada de micelio, en donde su forma es muy variada porque puede ser fácilmente confundida con segmentos de tierra o semillas de cualquier especie de frutos, se encuentran alojadas en el suelo y al momento de descomponerse se encuentran listas para entrar en las plantas y auto desarrollarse. (Coto, 1999)

1.2.6.3 Clamidóspora

Esta especie de Fitopatógenos se clasificada por dos tipos los clamidóspora intercalares y los clamidóspora terminales, donde ambos están formados por

células de las hifas que mantienen rodeada al hongo con una capa muy gruesa y súper protectora antes periodos muy fuertes o adversos para su sobrevivencia se menciona que esta capa protectora es generada por estímulos químicos usados por los seres humanos o los que existen en la tierra, además el físicos y ambientales que pueden encontrarse en todo el entorno de crecimiento del clamidóspora. (Segundo & Dongo, 1967)

1.2.7 Ciclos de vida de los Hongos Fitopatógenos

El ciclo de vida o la reproducción de los hongos fitopatógenos están constituido por una estructura de esporas en donde un hongo puede formarse por dos fases una es la fase asexualmente o por el resultado de la fase sexual entre ellos y la fase de diseminación. (Cavallini, 1998)

1.2.7.1 Fase asexual

La fase asexual se refiere al crecimiento, esta fase suele darse en el transcurso del ciclo del hospedante, siendo estas las responsables de las infecciones subsiguientes o podríamos decir al patógeno siguiente, esta tipo de fase solo se puede dar en condiciones favorables con el medio ambiente por lo que depende mucho de ello para agilizar su proceso de geminación que así aumenta el número de hongos en menos tiempos. (Baldini & Pancel, 2002)

1.2.7.2 Fase sexual

Esta fase incluye el desleimiento de dos núcleos haploides para la formación de núcleo diploide para forma un resultado de recombinación genética formado un cigoto o también conocido como zigospora que luego de este proceso da inicio a un ciclo de vida a los nuevos hongos, normalmente este proceso se hace una vez por cada ciclo al igual que la fase asexual también dependen mucho de las condiciones del medio ambiente, por lo que se provee que si las condiciones ambientales no son lo favorable su patrón de genética tiende a variar en su estructura general. (Cepero & Restrepo Restrepo, 2012)

1.2.7.3 Fase diseminación

La diseminación es otra forma de reproducción en la naturaleza de hongos, se diseminan por distintas maneras éstas pueden ser por dos factores: La naturaleza por medio del viento, lluvia, agua del suelo y el hombre a través de esparcirlo, transportarlos, material vegetal o material contaminado. (Arias & A, 1997)

1.2.8 Aislamiento en cultivo puro

El aislamiento en los cultivos puro se origina a partir de grandes colonias, para que todos los individuos tengan las mismas composición genética, por tal razón, se denomina aislamiento de cultivo puro a todos los tipos de microorganismos, siendo esenciales al momento de ser estudiadas cada una de su composición y características con el fin sacar el patógeno de los lugares afectados de la planta y purificarlo, las hojas tallos y raíces con sintomatologías indiscutibles de enfermedad se recoge en el campo, se lleva al laboratorio y se mantiene en enfriamiento. (Icochea, 1997)

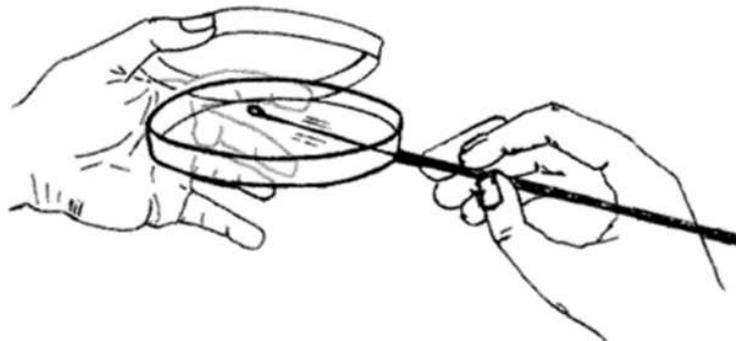


Ilustración 1: Muestra de tejidos

Una vez estudiada la composición y características del cultivo se procede al aislamiento del patógeno donde consiste en tomar muestra de los tejidos afectados en el cultivo y debe ser de manera inmediata y bajo una temperatura entre 12 y 15 grados centígrados para obtener las muestras necesarias. (Rivera, 1999)

1.2.9 Métodos de preservación de hongos

Al paso de los tiempos la preservación de los hongos ha venido evolucionando tanto que los laboratorios encargados de realizar diagnósticos de diferentes

enfermedades optaron por mantener colección de especies distintos patógenos que realmente puedan servir de reseña para identificaciones subsecuentes que ayuden a mantener la línea de patrones de estos hongos fitopatógenos. Los hongos fitopatógenos han desarrollado diferentes técnicas de preservación entre las desarrolladas se encuentra la liofilización, la preservación en aceite mineral y conservación en seco siendo los métodos más comunes he utilizado para la preservación de hongos. (Sosa, 1997):

1.2.9.1 Método liofilización

Es el método más usado para la preservación de microorganismos, el cual tiene como principio la reducción de la cantidad de agua en las esporas desde un 2 a 3 porciento por cada secado en cuanto a su oxígeno y vapor que pueda emitir el agua, siendo una técnica básica muy segura y más aplicada. (F & Barreto, 1966)

1.2.9.2 Método de preservación en aceite mineral

Esta técnica solo es empleada en muchos hongos filamentosos, actinomicetos entre otros; es muy poca usada por lo que el tiempo de conservación del hongo puede variar mucho en cuanto su especie y pueden ser almacenadas durante 4 años sin ninguna obstrucción. (González, 1985)

1.2.9.3 Método de conservación en seco

Al emplear este método algunos hongos pueden tener un nivel de supervivencia mucho más alto que los demás durante el proceso de un cultivo que se pueda resecar, se menciona que la especie *cochliobolus heterostrophus* es una de la especie que puede ser conservada por este tipo de método por lo que retienen su viabilidad y patogenicidad. (Cepero & Restrepo Restrepo, 2012)

1.2.10 Síntomas inducidos por hongos en plantas

En el mundo del hábitat de las plantas se ha demostrado que estas pueden ser afectadas de varias maneras por los hongos dependiendo de su especie por lo que existen hongos que pueden comenzar atacar a todas las partes de la planta de forma directa o solo por partes, a este síntoma se lo llama como clorosis porque la

planta tiende a sufrir una gran pérdida de color verde en su forma a diferencia de la necrosis que ataca todo el tejido de la planta provocando diversas lesiones hasta llegar a la etapa de la pudrición dando muerte descendente a la planta. (Cavallini, 1998)

Existen otros hongos fitopatógenos que pueden atacar una planta esto va en cuanto a su relación filogenética con otros tipos de bacterias y algunos grupos de seres vivos además de la colaboración del medio ambiente, una de las condiciones favorable que ayudan al desarrollo de estos hongos es la alta humedad relativa o encharcamiento que da un gran avance rápido a la procreación de estos hongos. Dentro de la siguiente ilustración mostraremos las relaciones filogenéticas de los hongos con otros de grupos de seres vivos. (Ares, 2015)



Ilustración 2: Relaciones filogenéticas de los hongos

CAPÍTULO II

2 DIAGNÓSTICO

2.1 Tipos de investigación

2.1.1 Cuantitativa

“La investigación cuantitativa es perteneciente o relativo a la cantidad y de sus análisis se determina las porciones de cada elemento analizado”. (Barragán, 2016, pág. 25)

Este tipo de investigación se utilizó en el capítulo 3 para realizar las pruebas de recolección de los datos RGB.

2.2 Métodos de la investigación

2.2.1 Analítico

“En este método se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado”. (Moguel, 2005, pág. 30)

Este método se lo aplicó en el capítulo 1 para el análisis de las variables independiente y dependiente con el cual se logró obtener información relevante para realizar el marco teórico del presente trabajo de investigación.

2.2.2 Inductivo - Deductivo

Este método realiza el planteamiento de hipótesis basadas en estudios ya elaborados, se logró examinar realidades particulares a través de un estudio individual de los hechos, que va a permitir realizar conclusiones y teorías que residen de la realidad. (Sánchez J. C., 2012)

Se utilizó este método para efectuar y analizar el campo al que se seleccionó examinando a qué tipos de investigación y métodos se llevaron a cabo para determinar el estudio, con el objetivo de llegar a los resultados obtenidos por diferentes procesos de búsquedas por fichas de observación, encuestas sobre

información de los hongos fitopatógenos en los cultivos de la musa paradisiaca el plátano.

2.3 Técnicas e instrumentos

2.3.1 Encuesta

“Es un instrumento de captura de la información estructurado, lo que puede influir en la información recogida y no debe utilizarse más que en determinadas situaciones donde la información que se quiere capturar está estructurada en la población objeto de estudio”. (Martín, 2011, pág. 14)

Esta técnica se utilizó para recoger, analizar y procesar la amplia información, realizando encuestas para determinar cuáles son los problemas más comunes de los hongos en las hojas del plátano y así llegar a obtener resultados favorables para llegar a la solución de la propuesta.

2.3.2 Ficha de Observación

Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, donde se clasifica y se consigue los datos de acuerdo con algún esquema previsto y acorde con el problema que se estudia. (Mendoza, 2014).

Se aplicó para los registros fotográficos de las plantas del plátano por fechas y observando el proceso que vaya efectuando en el transcurso de los días con elementos de fecha, estado de las hojas y el estado fitopatógenos para llevar el registro.

2.4 Población

La población que sirvió como base para la investigación son los estudiantes de noveno y décimo semestre de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la granja de la ULEAM Extensión El Carmen (40 estudiantes), considerando que son estudiantes de último nivel con conocimiento de la sigatoka en el plátano.

2.5 Muestra

La muestra de la población es cierto número de individuos, como los estudiantes tienen características similares en cuanto al conocimiento se tomará como reseña un muestreo discrecional con el que se llevará a cabo la investigación, la muestra que se aplicó fue un total de 40 estudiantes de noveno y décimo de la ULEAM Extensión en El Carmen quienes ayudaron a llevar a cabo la investigación.

2.6 Gráficas o Tablas

2.6.1 Ficha de registro de las hojas de plátano

La siguiente ficha de observación permite evidenciar con datos verídicos la situación actual sobre los hongos en las hojas de los plátanos.

Nº	Foto	Fecha Tomada	Estado de la hoja	Estado fitopatológico
1		06/Junio/2019	Completa	Sana
2		06/Junio/2019	Rasgada	Enferma
3		06/Junio/2019	Completa	Sana
4		06/Junio/2019	Completa	Sana

Nº	Foto	Fecha Tomada	Estado de la hoja	Estado fitopatológico
5		06/Junio/2019	Rasgada	Enferma
6		06/Junio/2019	Completa	Sana
7		06/Junio/2019	Rasgada	Enferma
8		06/Junio/2019	Completa	Sana
9		06/Junio/2019	Completa	Sana
10		06/Junio/2019	Completa	Sana
11		06/Junio/2019	Rasgada	Enferma
12		06/Junio/2019	Completa	Sana

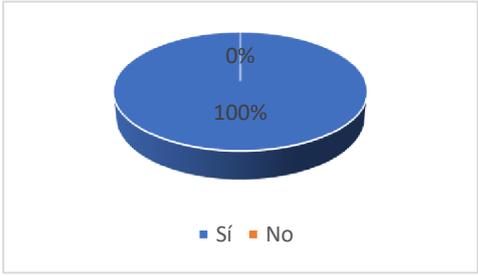
Nº	Foto	Fecha Tomada	Estado de la hoja	Estado fitopatológico
13		06/Junio/2019	Rasgada	Enferma
14		06/Junio/2019	Rasgada	Enferma
15		06/Junio/2019	Completa	Sana

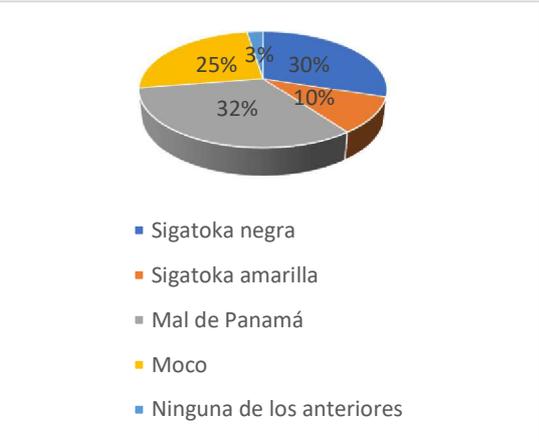
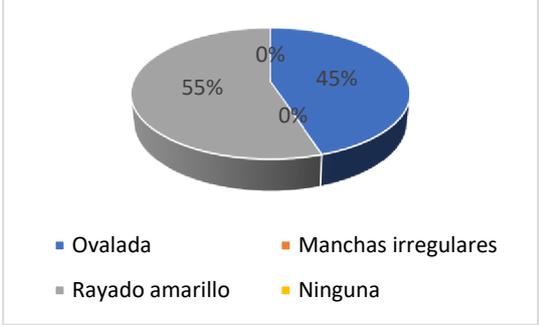
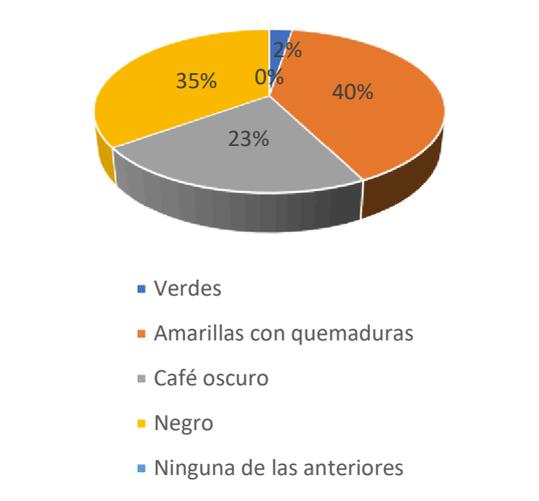
Tabla 1: Ficha de registro de las hojas de plátano

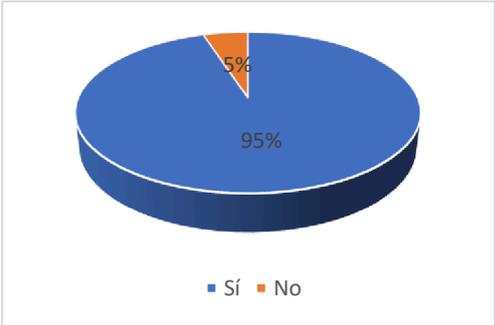
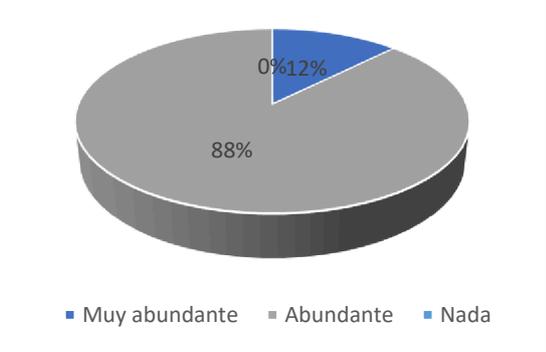
2.6.2 Resultados de Observaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la ficha de observación se obtiene que el 60% de las hojas de plátano tomadas se encuentran sanas y el 40% están enfermas.

2.6.3 Encuesta dirigida a los estudiantes de Noveno y Décimo semestre de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Pregunta	Gráfico	Análisis
1. ¿Conoce usted o está familiarizado con el tema de los Hongos Fitopatógenos?	 <p>A 3D pie chart with a blue slice representing 100% and a very thin orange slice representing 0%. A legend below the chart shows a blue square for 'Sí' and an orange square for 'No'.</p>	El total de los estudiantes afirman estar familiarizados con el tema de los hongos fitopatógenos.

Pregunta	Gráfico	Análisis												
<p>2. ¿Qué tipos de hongos conoce?</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de hongo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sigatoka negra</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Sigatoka amarilla</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Mal de Panamá</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>Moco</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Ninguna de los anteriores</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de hongo	Porcentaje	Sigatoka negra	30%	Sigatoka amarilla	10%	Mal de Panamá	32%	Moco	25%	Ninguna de los anteriores	3%	<p>La mayoría de los encuestados conocen la sigatoka negra, el Mal de panamá y el moco mientras que pocos son los que conocen la sigatoka amarilla.</p>
Tipo de hongo	Porcentaje													
Sigatoka negra	30%													
Sigatoka amarilla	10%													
Mal de Panamá	32%													
Moco	25%													
Ninguna de los anteriores	3%													
<p>3. ¿Qué forma tienen los hongos que usted ha visto en las hojas del plátano?</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Forma del hongo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ovalada</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>Manchas irregulares</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Rayado amarillo</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Ninguna</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Forma del hongo	Porcentaje	Ovalada	45%	Manchas irregulares	0%	Rayado amarillo	55%	Ninguna	0%	<p>La mayor parte de los estudiantes encuestados reconocen que la forma que hace el hongo en la hoja del plátano es rayado amarillo mientras que otro grupo indican que los hongos que han visto en las hojas del plátano son ovalados.</p>		
Forma del hongo	Porcentaje													
Ovalada	45%													
Manchas irregulares	0%													
Rayado amarillo	55%													
Ninguna	0%													
<p>4. ¿De qué color son las hojas del plátano que están infestadas por hongos?</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Color de la hoja</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verdes</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Amarillas con quemaduras</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Café oscuro</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Negro</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>Ninguna de las anteriores</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Color de la hoja	Porcentaje	Verdes	2%	Amarillas con quemaduras	40%	Café oscuro	23%	Negro	35%	Ninguna de las anteriores	0%	<p>La mayoría de los encuestados afirman que las hojas de plátano infestadas son de color café oscuro, mientras que otros porcentajes indican que son de color amarillas con quemaduras o negras y un mínimo porcentaje indica que son verdes.</p>
Color de la hoja	Porcentaje													
Verdes	2%													
Amarillas con quemaduras	40%													
Café oscuro	23%													
Negro	35%													
Ninguna de las anteriores	0%													

Pregunta	Gráfico	Análisis								
5. ¿Puede usted identificar a los hongos Fitopatógenos?	 <p>A 3D pie chart with a blue slice representing 'Sí' at 95% and a small orange slice representing 'No' at 5%. The legend below the chart shows a blue square for 'Sí' and an orange square for 'No'.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Sí	95%	No	5%	<p>La mayoría de los estudiantes encuestados indican que sí identifican los hongos fitopatógenos mientras que un pequeño porcentaje afirman no reconocerlos.</p>		
Respuesta	Porcentaje									
Sí	95%									
No	5%									
6. ¿En qué época o estación del año los hongos Fitopatógenos toman el tallo del plátano?	 <p>A 3D pie chart where the entire circle is blue, representing 'Invierno' at 100%. The legend below the chart shows a green square for 'Verano', a blue square for 'Invierno', and a yellow square for 'Ambas estaciones'.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Época/Estación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verano</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Invierno</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Ambas estaciones</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Época/Estación	Porcentaje	Verano	0%	Invierno	100%	Ambas estaciones	0%	<p>El total de los encuestados afirman que la época donde los hongos toman en el tallo es en invierno.</p>
Época/Estación	Porcentaje									
Verano	0%									
Invierno	100%									
Ambas estaciones	0%									
7. Marque el casillero según su respuesta, ¿En la granja de la ULEAM El Carmen que tan abundante se encuentran los hongos Fitopatógenos en las parcelas de la platanera?	 <p>A 3D pie chart with a large grey slice for 'Abundante' at 88%, a blue slice for 'Nada' at 12%, and a very small blue slice for 'Muy abundante' at 0%. The legend below the chart shows a blue square for 'Muy abundante', a grey square for 'Abundante', and a blue square for 'Nada'.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel de Abundancia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy abundante</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Abundante</td> <td>88%</td> </tr> <tr> <td>Nada</td> <td>12%</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de Abundancia	Porcentaje	Muy abundante	0%	Abundante	88%	Nada	12%	<p>Gran parte de los estudiantes consideran que los hongos fitopatógenos abundan en las parcelas de las plataneras, mientras que un pequeño porcentaje indica que son nada abundantes.</p>
Nivel de Abundancia	Porcentaje									
Muy abundante	0%									
Abundante	88%									
Nada	12%									

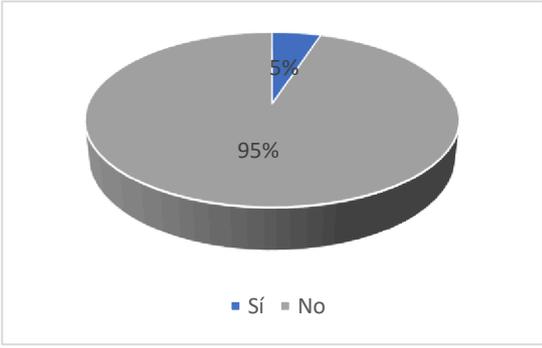
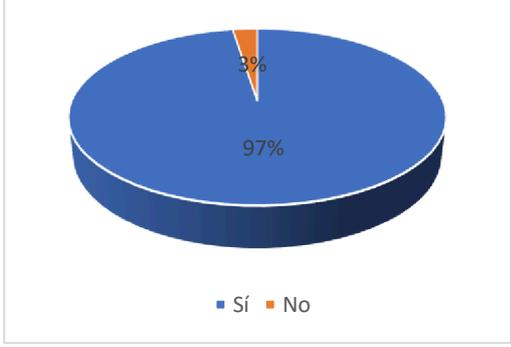
Pregunta	Gráfico	Análisis
8. ¿Conoce usted alguna herramienta tecnológica que permita identificar a los hongos Fitopatógenos?	 <p>A 3D pie chart with a grey slice representing 'Sí' at 95% and a small blue slice representing 'No' at 5%. A legend below the chart shows a blue square for 'Sí' and a grey square for 'No'.</p>	<p>La mayor parte de los estudiantes no conocen herramientas tecnológicas que permitan identificar los hongos fitopatógenos mientras que un mínimo porcentaje indican sí conocer.</p>
9. ¿Cree usted que sería útil contar con una herramienta tecnológica que permita identificar los hongos Fitopatógenos en las hojas del plátano?	 <p>A 3D pie chart with a large blue slice representing 'Sí' at 97% and a small orange slice representing 'No' at 3%. A legend below the chart shows a blue square for 'Sí' and an orange square for 'No'.</p>	<p>La mayoría de los encuestados consideran útil contar con una herramienta tecnológica para identificar los hongos fitopatógenos en las hojas de plátano, mientras que un pequeño porcentaje indica que no es útil.</p>
10. ¿Conoce usted alguna aplicación móvil que identifique los hongos Fitopatógenos?	 <p>A 3D pie chart with a single blue slice representing 'Sí' at 100%. A legend below the chart shows a green square for 'Sí' and a blue square for 'No'.</p>	<p>El total de los estudiantes encuestados no conocen ninguna aplicación móvil que identifique los hongos fitopatógenos.</p>

Tabla 2: Resultados de la encuesta

2.7 Análisis de resultados

Obtenidos los resultados establecidos en la encuesta y ficha de observación que se realizó a través de registros fotográficos, se pudo especificar que la mayoría de

los encuestados reconocen las enfermedades de las plantas del plátano como son los hongos fitopatógenos.

En las preguntas 2 y 3 los encuestados indican que conocen los siguientes tipos de hongos: la sigatoka negra, el mal de panamá, el moco y la sigatoka amarilla, los cuales tienen forma de rayado amarillo y forma ovalada.

En las preguntas 4 y 5 la mayoría de los estudiantes afirman poder identificar los hongos Fitopatógenos en las hojas infectadas del plátano, las cuales son de color: café oscuro, amarillas con quemaduras, negras y verdes.

En las preguntas 6 y 7 los encuestados afirman que la época donde existen más hongos es en invierno, en donde los hongos fitopatógenos son abundantes en las parcelas de las plataneras.

En las preguntas 8 y 9 la mayoría de los estudiantes indican que no conocen ninguna herramienta tecnológica que les permita identificar los hongos fitopatógenos por lo cual consideran útil contar con una herramienta tecnológica para identificar los hongos fitopatógenos en las hojas de plátano.

CAPÍTULO III

3 PROPUESTA

3.1 Título de la Propuesta

Prototipo App para reconocer hongos en la hoja de la planta de plátano.

3.1.1 Objetivo

Realizar un estudio de un sistema experto para identificar los hongos fitopatógenos en cultivo de plátanos de la granja ULEAM Extensión El Carmen.

3.1.2 Recursos disponibles

- ✓ Smartphone
- ✓ Computadora

3.1.3 Ambiente

Se utilizará en la granja experimental de la ULEAM Extensión El Carmen para conocer las enfermedades en la hoja del plátano.

3.2 Análisis

En los párrafos siguientes se va a explicar sobre los requerimientos necesarios que se deben cumplir para que la aplicación funcione correctamente.

3.2.1 Requerimientos

3.2.1.1 Funcionales

- Desplegar un menú para que el usuario acceda a las opciones de la aplicación.
- La aplicación permitirá acceder a la cámara para registrar las fotografías de las plantas.
- Se obtendrá un menú instructivo explicando el funcionamiento de la aplicación.
- Las fotografías registradas se comparan por los colores estándares de las hojas infectadas y reconocerá cual es la condición de la hoja.

- La app debe permitir al usuario una explicación precisa y sencilla de las tareas que realiza.

3.2.1.2 Operacionales

- Esta aplicación podrá ser utilizadas por los estudiantes, docentes y agricultores.
- El celular debe cumplir con las versiones desde el 7.0 hasta la versión 9.0
- Las cámaras de los celulares deben contar con cámaras de un mínimo de 12 Megapíxeles.
- Los celulares más factibles a utilizarse son de la marca Samsung y Huawei por ser teléfonos de gama media.

3.2.2 UML

3.2.2.1 Caso de Uso

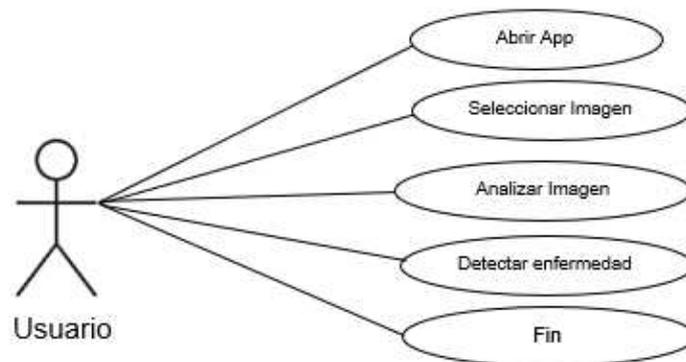


Ilustración 3: Caso de uso de la aplicación

3.2.2.2 Diagrama de Secuencia

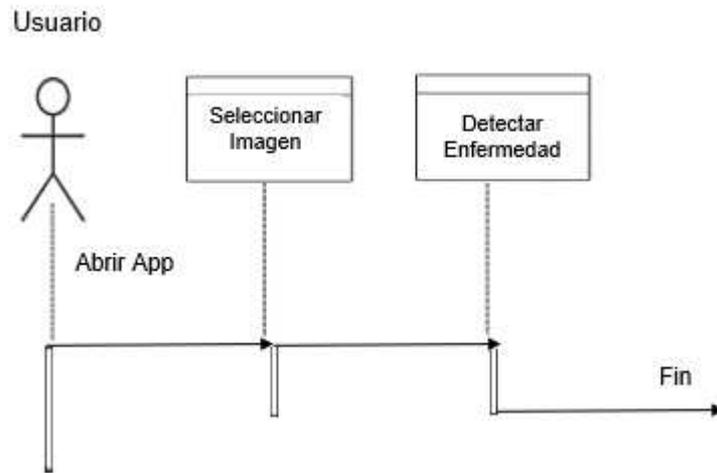


Ilustración 4: Diagrama de secuencia de la aplicación

3.2.2.3 Diagrama de Estado Imagen

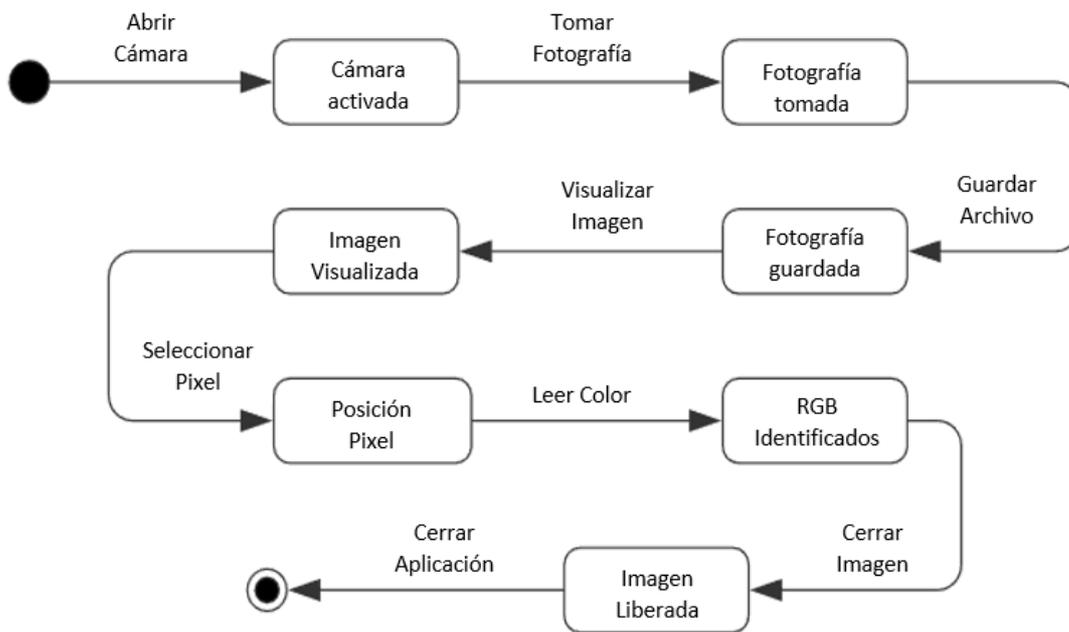


Ilustración 5: Diagrama de estado de la imagen

3.3 Diseño

La aplicación a desarrollar debe tener la facilidad para el usuario en el cual pueda permitir el manejo sin ningún tipo de inconveniente, la aplicación permite tomar fotografías, ingresando al almacenamiento y de esta manera certifique la funcionalidad correcta de la app.

3.3.1 Interfaz

3.3.1.1 Color

Para esta aplicación los colores que se utilizan son:

- Verde: Color principal de las hojas del plátano establecida como la portada de la pantalla del menú principal.
- Blanco: Tonalidad baja y de mayor rango de visibilidad diferenciando con los otros.
- Gris: Color relajante y suave dando un toque de modernidad al interfaz.

3.3.1.2 Pantallas

a) Menú principal

Esta pantalla permite mostrar opciones que el usuario desee utilizar con un menú donde tiene las opciones de reconocer y tomar la foto de la hoja, además tiene un instructivo para usar la app y la opción salir.



Ilustración 7: Pantalla principal

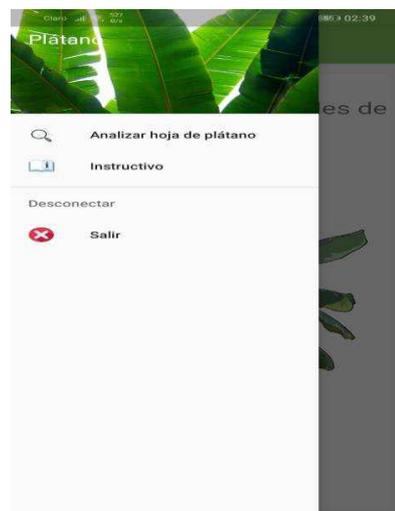


Ilustración 6: Menú principal

b) Opción de Analizar Hoja

En esta pantalla va a permitir seleccionar la imagen dando las opciones como subir de la galería o tomar foto.



Ilustración 8: Pantalla de seleccionar imagen

c) Opción de Examinar

Se muestra la imagen de la hoja detallando en la observación el color y en qué etapa se encuentra la enfermedad en la hoja del plátano.



Ilustración 9: Opción de reconocer la enfermedad

d) Opción de Instructivo

En esta pantalla se van a mostrar los pasos para usar la app.

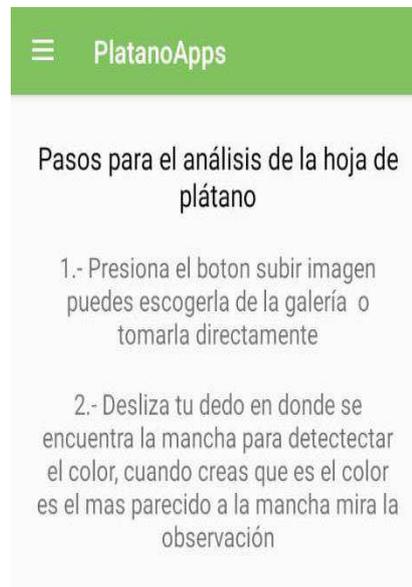


Ilustración 10: Pantalla del instructivo

3.4 Codificación

3.4.1 Clases

- Neurona. - Esta clase almacena la información de una neurona.
- Red Neuronal. - La clase crea una red de neuronas para ser entrenadas en la identificación de las enfermedades del plátano.
- Subir archivo. - Esta es la clase utilizada para subir un archivo a la aplicación elegida desde la galería.

3.4.2 Métodos

- Activación. - Ajusta los valores en el intervalo de -1 a 1
- Cargar datos. - Se encarga de cargar el dato de entrenamiento especificado mediante la posición
- PropaAdelante. - Realiza los cálculos de las conexiones de la red y la activación de cada neurona desde la capa de entrada, capa oculta hasta la capa de salida.

- Elegir imagen de galería. - Se manda a llamar desde el botón subir imagen y obtiene la imagen de la galería luego de haber procesado los permisos requeridos. La imagen elegida se muestra en una vista dentro de la interfaz.

3.4.3 Descripción de la codificación

```

28 public class Neurona {
29
30     public double[] w;
31     public double y;
32     public double a;
33
34     /**
35      * Constructor de una neuronas
36      *
37      * @param Nw Número de neuronas de la capa anterior
38      */
39     public Neurona(int Nw) {
40         w = new double[Nw + 1];
41         for (int i = 0; i <= Nw; i++) {
42             w[i] = Math.random();
43         }
44     }
45

```

Ilustración 11: Codificación de la clase Neurona

Línea	Descripción
28	Declaración de la clase neurona
30	Vector de los pesos de conexión de cada neurona
31	Valor de la sumatoria de los valores de las neuronas de la capa anterior por el peso de la conexión
32	Valor de ajuste de activación de la sumatoria
39	Constructor de la clase neurona, se especifica la cantidad de conexiones con la capa anterior
40	Instancia del vector de los pesos de conexión
41	Recorrer el vector de pesos
42	Asignar un valor aleatorio a los pesos de conexión

Tabla 3: Descripción de la clase Neurona

```

46 public void Activacion(double[] Vx) {
47     y = 0;
48     for (int i = 0; i < w.length; i++) {
49         y += Vx[i] * w[i];
50     }
51     Activacion();
52 }
53
54 public void Activacion() {
55     switch (MetAct) {
56         case ESCA:
57             a = y < 0 ? 0 : 1;
58             break;
59         case SIGM:
60             a = 1 / (1 + Math.exp(-y));
61             break;
62         case TANH:
63             a = (Math.exp(y) - Math.exp(-y)) / (Math.exp(y) + Math.exp(-y));
64             break;
65         case RELU:
66             a = y < 0 ? 0 : y;
67             break;
68         default:
69
70     }
71 }
72 }

```

Ilustración 12: Función para calcular sumatoria y activación de cada neurona

Línea	Descripción
46	Función para calcular la sumatoria y la activación de cada neurona, recibe el vector de valores de la capa anterior
48	Recorre el vector de pesos de la neurona
49	Acumula la sumatoria de la multiplicación de los pesos con las conexiones de la capa anterior
51	Ejecuta la función de activación en la neurona
54	Definición del método de activación
55	Selecciona el método de activación especificado en un atributo de la clase red neuronal
57,60, 63,66	Realiza el cálculo de la función de activación según el caso

Tabla 4: Descripción de la función para calcular la sumatoria y activación de cada neurona

```

84 public cRedNeuArt(int[] Capas, double Aprendizaje) {
85     this.Capas = Capas;
86     this.Aprendizaje = Aprendizaje;
87     NumEnt = Capas[0];
88     NumSal = Capas[Capas.length - 1];
89     this.Aprendizaje = Aprendizaje;
90     RN = new ArrayList<>();
91     for (int iCapa = 0; iCapa < Capas.length; iCapa++) {
92         Neurona[] VN = new Neurona[Capas[iCapa] + 1];
93         for (int j = 0; j <= Capas[iCapa]; j++) {
94             VN[j] = new Neurona(iCapa == 0 ? 0 : j == 0 ? 0 : Capas[iCapa - 1]);
95             if (iCapa == 0 && j > 0) {
96                 VN[j].w[0] = 1;
97             }
98             if (j == 0) {
99                 VN[0].y = 1;
100             }
101         }
102         RN.add(VN);
103     }
104 }
105

```

Ilustración 13: Constructor de la clase red neuronal

Línea	Descripción
84	Constructor de la clase red neuronal, recibe como parámetros un vector con la cantidad de neuronas de cada capa y nivel, además recibe el valor correspondiente al porcentaje de aprendizaje
87	Establece en número de neuronas de entrada
88	Establece en número de neuronas de salida
90	Construye la red neuronal mediante una lista
91	Recorre las capas especificadas
92	Instancia el vector de neuronas para cada capa
93	Recorre las neuronas de cada capa
94	Instancia cada neurona según, especificando el número de conexiones de la capa anterior
96	Asigna valores por defecto para la capa de entrada
99	Asigna el valor de bias igual a 1

Tabla 5: Constructor de la clase red neuronal

```

106 public boolean CargarDatosEntrenamiento(double[][] DatEnt, int fil, int col) {
107     this.DatEnt = DatEnt;
108     NumDat = fil;
109     return (col == NumEnt + NumSal && fil * col == DatEnt.length) ? true : false;
110
111 }
112
113 public void CargarDatos(int pos) {
114     for (int c = 0; c < NumEnt; c++) {
115         RN.get(0)[c + 1].y = DatEnt[pos][c];
116         RN.get(0)[c + 1].w[0] = 1;
117     }
118 }
119

```

Ilustración 14: Método de carga de datos de entrenamiento

Línea	Descripción
106	Define el método para la carga de datos de entrenamiento, recibe como parámetro la matriz de datos y la cantidad de filas y columnas
109	Valida que los datos concuerden con el tamaño de los datos de entrada y salida especificados en la red neuronal
113	Define la carga de un dato de entrenamiento
114	Recorre las neuronas de la capa de entrada
115	Carga los datos de entrada
116	Asigna el valor de Bias en la primera capa

Tabla 6: Método para la carga de datos de entrenamiento

```

120 public void PropaAdelante(int pos) {
121     CargarDatos(pos);
122     for (int c = 0; c < Capas.length; c++) {
123         for (int n = 0; n <= Capas[c]; n++) {
124             if (c == 0) {
125                 RN.get(c)[n].Activacion();
126             } else {
127                 double[] Vx = new double[Capas[c - 1] + 1];
128                 for (int i = 0; i <= Capas[c - 1]; i++) {
129                     Vx[i] = RN.get(c - 1)[i].a;
130                 }
131                 if (n == 0) {
132                     RN.get(c)[n].Activacion();
133                 } else {
134                     RN.get(c)[n].Activacion(Vx);
135                 }
136             }
137         }
138     }
139 }

```

Ilustración 15: Método de Propagación

Línea	Descripción
120	Define el método de propagación recibiendo como parámetro la posición del dato de entrenamiento
121	Carga el dato de entrenamiento
122	Recorre las capas
123	Recorre las neuronas
125	Ejecuta la función de activación para las neuronas de la capa de entrada
127 -129	Carga el vector de datos de la capa actual
132	Calcula la activación para el valor de bias
134	Calcula la sumatorio y activación para cada neurona

Tabla 7: Método de Propagación

```

66 //método para elegir imagen
67 private void ElegirImagenDeLaGaleria() {
68     //intent para elegir imagen
69     Intent intent = new Intent(Intent.ACTION_PICK);
70     intent.setType("image/*");
71     startActivityForResult(intent, IMAGE_PICK_CODE);
72 }
73
74 //resultado de imagen elegida
75 @Override
76 protected void onActivityResult(int requestCode, int resultCode, Intent data) {
77     super.onActivityResult(requestCode, resultCode, data);
78     if (resultCode == RESULT_OK && requestCode == IMAGE_PICK_CODE) {
79         //fijar imagen en la vista
80         img_imagen_subida.setImageURI(data.getData());
81         bitmap = img_imagen_subida.getDrawingCache();
82     }
83 }

```

Ilustración 16: Método para elegir imagen

Línea	Descripción
67	Define el método para elegir imagen de la galería
69	Define el intent que permitirá ejecutar la actividad de selección de imagen mostrando un listado de estas, para luego devolver un URI de la imagen elegida.
70	Establece el tipo de dato obtenido a "image"
71	Se manda a llamar el método que define el resultado
76	Define el método de los resultados
80	Se establece la imagen obtenida hacia el objeto de vista de la imagen
81	Se convierte la imagen obtenida a bitmap para ser admitida en su formato.

Tabla 8: Método para elegir imagen

3.5 Pruebas de recolección de datos

Las pruebas de recolección de datos se basan en datos RGB obtenidos de las fotografías, estas pruebas se realizaron para registrar los valores de entrada RGB, los datos encontrados y esperados, obteniendo una valoración de éxito de cada dato de entrenamiento para determinar la efectividad de los resultados de la aplicación.

Nº	Datos entrada			Resultados		Efectividad
	R	G	B	Encontrado	Esperado	
1	147	166	55	Cidra	Cidra	1
2	149	163	78	Tortuga Verde	Tortuga Verde	1
3	71	81	18	Ejercito Verde	Tortuga Verde	0
4	55	50	31	Pullman Green	Pullman Green	1
5	33	41	43	Bronce oscuro	Bronce oscuro	1
6	19	27	30	Eerie Negro	Bronce oscuro	0
7	64	62	23	Café negro	Eerie Negro	0
8	70	81	12	Bronce oscuro (moneda)	Bronce oscuro (moneda)	1
9	99	114	95	Ajolote	Ajolote	1
10	109	113	116	Niquel	Ajolote	0
11	113	123	114	Sonic Silver	Gris medio	0
12	132	140	117	Gris medio	Gris medio	1
13	150	186	80	Verde medio amarillo	Gris medio	0
14	153	175	110	Olivino	Olivino	1
15	201	199	26	Ácido verde	Ácido verde	1
16	108	85	15	Violín Marrón	Violín Marrón	1
17	68	63	57	Gris pardo	Violín Marrón	0
18	158	126	67	Pata Metálica	Violín Marrón	0
19	247	218	84	Minion Yelow	Minion Yelow	1
20	195	152	102	Marrón Madera	Marrón Madera	1
21	162	139	15	Amarillo oscuro	Amarillo oscuro	1
22	166	99	57	Oro oscuro	Oro oscuro	1
23	222	175	69	Carne Marrón	Carne Marrón	1
24	144	92	52	Coco	Coco	1
25	185	122	72	Azúcar Morena	Azúcar Morena	1
26	197	226	133	Amarillo verde	Amarillo verde	1
27	112	182	92	Verde brote	Verde brote	1
28	116	193	99	Mantis	Mantis	1
29	108	182	83	Manzana	Manzana	0
30	104	179	61	Verde (RYB)	Verde (RYB)	1
31	125	194	139	Mar verde oscuro	Verde (RYB)	0

Nº	Datos entrada			Resultados		Efectividad
	R	G	B	Encontrado	Esperado	
32	126	181	17	Lima Limón	Verde (RYB)	0
33	103	155	29	Olive Drab	Olive Drab	1
34	105	146	14	Aguacate	Aguacate	1
35	162	225	144	Manzana Granny Smith	Manzana Granny Smith	1
36	147	208	131	Pistacho	Pistacho	1
37	163	217	79	Kiwi	Kiwi	1
38	161	216	71	Android verde	Android verde	1
39	114	162	102	Verde Ruso	Verde Ruso	1
40	124	192	119	Iguana Green	Verde Ruso	0
41	255	233	89	Maíz	Maíz	1
42	243	210	43	Sunglow	Maíz	0
43	128	75	23	Rojizo	Rojizo	1
44	136	84	24	Bronce	Rojizo	0
45	90	58	33	Pullman Brown	Pullman Brown	1
46	69	48	34	Café negro	Pullman Brown	0
47	137	109	97	Sombra	Pullman Brown	0
48	110	81	74	Quincy	Quincy	1
49	101	81	70	Ocre oscuro	Quincy	0
50	118	90	70	Barro	Quincy	0
51	159	144	137	Grullo	Grullo	1
					Total	33
					Porcentaje de efectividad	65%

Tabla 9: Pruebas de recolección de datos

3.5.1 Resultados de las pruebas

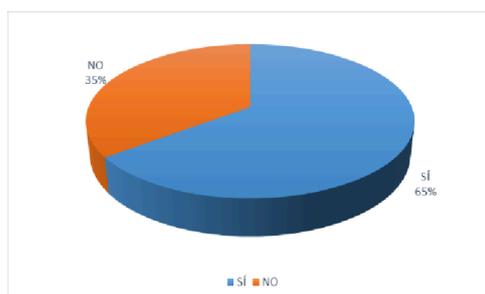


Ilustración 17: Resultados de pruebas

Los resultados de la recolección de datos de entrenamiento al tomar las fotografías de las hojas del plátano nos indican resultados poco favorables, debido a que no detecta con exactitud la combinación de colores, por lo tanto, no tienen un resultado éxito total en las pruebas de entrenamiento de la red neuronal.

3.6 Factibilidad

3.6.1 Factibilidad Técnica

Es necesario contar con equipos tecnológicos que soporten programas pesados, para lo cual es importante tener equipos con procesadores Intel Core i5 en adelante, memoria RAM de 5 GB en adelante, teléfonos inteligentes para respectivas pruebas. En cuanto al software se necesita el programa de Android Studio y sus respectivos paquetes para el desarrollo de la aplicación, por lo cual se lo considera factible técnicamente.

3.6.2 Factibilidad Operativa

Se considera factible operativamente el uso de la aplicación debido a que es muy fácil y sencilla de acceder sin necesidad de tener experiencia o de un manual, cuenta con una interfaz fácil de manejar la cual contiene varias pantallas que permiten la captura de la imagen y detallan las enfermedades en la hoja del plátano. Se debe realizar el reconocimiento a una distancia de 50cm para obtener mejor resolución y calidad de la imagen y así detectar las enfermedades existentes.

3.6.3 Factibilidad Económica

Se considera económicamente factible el desarrollo de la aplicación debido a que cuenta con un costo poco elevado y accesible, se necesita un aproximado de 900 dólares para la ejecución del proyecto en el cual se utilizará un computador con internet de 25 dólares para la recolección y programación de la aplicación, se necesita Android Studio y sus respectivos paquetes para la programación y varios teléfonos inteligentes para realizar las pruebas de campo.

3.7 Conclusión del estudio

En base al estudio realizado con sus respectivas pruebas se logró obtener resultados no muy favorables, lo cual indica que el desarrollo de la aplicación móvil para el reconocimiento de las enfermedades en las hojas del plátano tiene un poco porcentaje de viabilidad, debido a que el prototipo que se desarrolló tiene falencias a la hora de detectar con exactitud el color que tiene la enfermedad en la hoja

porque tienen una variedad de colores combinados lo cual hace complicada la detección de la enfermedad.

CONCLUSIONES

Mediante el estudio realizado en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- ✓ En base a la información recolectada se logró demostrar que sería de gran utilidad una aplicación móvil la cual verifique e indique con exactitud el tipo de enfermedades existentes en la hoja del plátano.
- ✓ Las metodologías y técnicas utilizadas permitieron llevar a cabo un estudio sintetizado y exploratorio con cada uno de los datos obtenidos, además fueron de gran apoyo para realizar pruebas reales y obtener datos en tiempo real.
- ✓ Los resultados obtenidos después de procesar fotografías y realizar pruebas con diferentes configuraciones en las redes neuronales se estableció que con un punto de color RGB no es posible detectar la enfermedad con exactitud.

RECOMENDACIONES

- ✓ Los programadores deberían desarrollar aplicaciones donde mediante una fotografía se muestren datos exactos sobre el tipo de enfermedad que tiene la hoja del plátano, la cual sería de gran ayuda para proporcionarle a tiempo minerales que eviten contaminación a la planta del plátano.
- ✓ Utilizar técnicas que permitan obtener resultados verídicos en tiempo real para llevar a cabo un mejor estudio acerca de las enfermedades en las hojas del plátano.
- ✓ Ampliar la información recolectada para dar a conocer otras aplicaciones que permitan obtener resultados favorables que garanticen la efectividad de identificación de los colores y que a su vez sea de fácil acceso en los dispositivos móviles.

BIBLIOGRAFÍA

- Alander, J. (1992). *Computer Systems and Software Engineering*.
- Alfau Ascuasiati, A. (2012). *Plagas domésticas*. España: Palibro.
- Ares, J. (2015). *Plantas Leñosas Ornamentales*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Baldini, A., & Pancel, L. (2002). *Agentes de daño en el bosque nativo*. Santiago de Chile: Universitaria S.A.
- Barragán, R. (2016). *Guía para la formulación y ejecución de proyectos de investigación*. Fundación PIEB.
- Beekman, G. (1999). *Introduccion a la Computacion*. Pearson Educación.
- Castro, F. J., & Moreno, A. (2017). *Recolección de setas silvestres*. España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Cavallini, L. F. (1998). *Fitopatología : Un Enfoque Agroecológico*. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Cepero , M., & Restrepo Restrepo, S. (2012). *Biología de hongos*. Bogotá: Uniandes
- Coto, G. R. (1999). *Conceptos Introdutorios a la Fitopatología*. EUNED.
- Daneri, P. (2008). *PLC Automatizacion y Control Industrial*. Buenos Aires: Hispano Americana S.A.
- Díez, R. P., Gómez Gómez, A., & De Abajo Martínez, N. (2001). *Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva*. Oviedo.
- ECURED. (2019). Ingeniería del Conocimiento. *Ecured*, 1997-221.
- Everett, H. (2010). *Sensors for Mobile Robots*. California: CRC Prees.

- F, H., & Barreto, B. (1966). *Liofilización de secado para alimentos*. Lima, Perú: Turrialba.
- Giarratano, J. (2001). *Sistemas expertos: principios y programación*. Editorial Universidad de Costa Rica.
- González, L. C. (1985). *Introducción a la fitopatología*. IICA.
- Icochea, T. A. (1997). *Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos*. International Potato Center.
- King, D., & Harmon, P. (1988). *Sistemas expertos: aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial*. Ediciones Díaz de Santos.
- Krishnamoorthy, C. (2018). *Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers*.
- Lahoz-Beltra, R. (2010). *Bioinformática: Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*. Ediciones Díaz de Santos.
- Lahoz-Beltrà, R. (2014). *Bioinformatica, SIÇimulacion Vida artificial eh Inteligencia Artificial*. Madrid.
- Martín, F. A. (2011). *La encuesta: una perspectiva general metodológica*. Madrid: CIS.
- Mathivet, V. (2017). *Inteligencia artificial para desarrolladores*. ENI: Barcelona.
- Mendoza, J. (8 de Octubre de 2014). 12. *Instrumentos de recolección de datos*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/JoseMendozaCastillo/12-instrumentos-de-recoleccin-de-datos>
- Moguel, E. A. (2005). *Metodología de la Investigación*. México: Univ. J. Autónoma de Tabasco.
- Pino, G. d. (2013). *Introduccion a la inteligencia artificial*. Oviedo.

Poblet, J. M. (1988). *Introducción a la bioingeniería*. Marcombo.

Rivera Coto, G. (2007). *Conceptos Introducción a la Fitopatología*. Costa Rica: EUNED.

Rivera, G. (1999). *Conceptos Introductorios a la Fitopatología*. Costa Rica: EUNED.

Riveros, A. S. (2010). *Inducción de resistencia en plantas Interacción: Planta-Patógeno*. Colombia: Agroamerica.

Rodríguez, F. V. (2010). *Estrategias de enseñanza: Investigaciones sobre didáctica en instituciones educativas de la ciudad de Pasto*. Kimpres.

Segundo, L., & Dongo, D. (1967). *Estudio sobre la patogenicidad de Fusarium oxysporum*. Costa Rica.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Pearson Educación.

Sosa, C. (1997). *Manual de técnicas para el diagnóstico de las enfermedades de las plantas. Diagnóstico fitosanitario II*. IICA Biblioteca Venezuela.

Urbina, M. (2011). *Enfermedades causadas por hongos*.

ANEXOS

ANEXOS



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN EN EL CARMEN

Objetivo: Recoleccionar información acerca de aplicaciones que realicen el reconocimiento de enfermedades en las hojas del plátano.

1. ¿Conoce usted o está familiarizado con el tema de los hongos Fitopatógenos?

Si No

2. ¿Qué tipos de hongos conoce?

Mycosphaerella filiensis (Sigatoka negra)
Mycosphaerella muscicola (Sigatoka amarilla)
Fusarium oxysporum (Mal de Panamá)
Ralstonia solanacearum (Moco)
Ninguno de los anteriores

3. ¿Qué forma tienen los hongos que usted ha visto en las hojas del plátano?

Ovalada Manchas irregulares Rayado amarillo Ninguna

4. ¿De qué color son las hojas del plátano que están infectadas por hongos?

Verdes
Amarillas con quemaduras
Café oscuro
Negro
Ninguna de las anteriores

5. ¿Puede usted identificar a los hongos Fitopatógenos?

Si No

6. ¿En qué época o estación del año los hongos Fitopatógenos toman el tallo del plátano?

Verano Invierno Ambas estaciones

7. Marque el Cuadrado según su respuesta, ¿En la Granja de la ULEAM el Carmen que tan abundante se encuentran los hongos Fitopatógenos en las paredes de la platanera?

Muy Abundante Abundante Nada

8. ¿Conoce usted alguna herramienta tecnológica que permita identificar a los hongos Fitopatógenos?

Si No

9. ¿Cree usted que sería útil contar con una herramienta tecnológica que permita identificar los hongos fitopatógenos en las hojas del plátano?

Si No

10. ¿Conoce usted alguna aplicación móvil que identifique los hongos Fitopatógenos?

Si No

Anexo B. Ingreso a la granja ULEAM



Anexo C. Tomando fotografías para las respectivas pruebas



Anexo D. Realizando pruebas de campo



Anexo E. Seleccionando hojas

