

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



**SISTEMA EXPERTO PARA DETERMINAR EL DIAGNÓSTICO
DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE BANANO ORGÁNICO
WILLIAMS DE LA EMPRESA ANA BANANA S.A**

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

AUTOR

DIANA JAQUELINE CAPITAN CHANAME

ASESOR

LUIS AUGUSTO ZUÑE BISPO

<https://orcid.org/0000-0001-7838-8656>

Chiclayo, 2020

**SISTEMA EXPERTO PARA DETERMINAR EL
DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE
BANANO ORGÁNICO WILLIAMS DE LA EMPRESA
ANA BANANA S.A**

PRESENTADA POR:

DIANA JAQUELINE CAPITAN CHANAME

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

APROBADA POR:

Marlon Eugenio Vilchez Rivas

PRESIDENTE

Carlos Rodas Diaz

SECRETARIO

Luis Augusto Zuñe Bispo

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme, darme salud y voluntad para lograr este objetivo, a mis padres por sus consejos y apoyo incondicional y a mi prometido por la motivación constante que me ha permitido ser una persona más perseverante para concluir con éxito el presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme las fuerzas necesarias para la culminación de este trabajo. A mi asesor de tesis, Mgtr. Luis Zuñe Bispo, por su conocimiento, su tiempo y paciencia desde el inicio hasta la culminación de mi tesis. A la empresa Ana Banana S.A de Piura por haberme apoyado constantemente y por brindarme su información confiable y necesaria para llegar a hacer posible esta investigación.

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. MARCO TEÓRICO	17
A. ANTECEDENTES	17
I. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	17
II. ANTECEDENTES NACIONALES	18
III. ANTECEDENTES LOCALES	19
B. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS.....	20
I. SISTEMA EXPERTO	20
1. Arquitectura	20
2. Metodología para el desarrollo de un SE	20
3. Ventajas del SE	21
II. LÓGICA DIFUSA	21
1. Etapas de la lógica difusa	22
III. INSECTOS	22
1. Picudo negro o gorgojo.....	22
2. Mancha roja	23
IV. ENFERMEDADES	23
1. Sigatoka negra – Mycosphaerella fijiensis Morelet.....	23
2. Sigatoka amarilla (Cercospora musae).....	23
3. El virus del banano rayado	23

III. METODOLOGÍA	24
A. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	24
I. TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
II. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	24
B. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	24
C. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	25
I. POBLACIÓN.....	25
II. MUESTRA.....	25
III. MUESTREO.....	25
D. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	25
E. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	25
I. VARIABLES	25
1. Variable independiente	25
2. Variable dependiente.....	25
APOYARÁ PARA LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE BANANO	25
II. . INDICADORES (OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES).....	26
F. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	27
G. PROCEDIMIENTOS	27
I. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	27
1. Nivel de Contexto.....	27
2. Nivel de concepto	29
3. Nivel de diseño.....	29
II. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	29
III. PRODUCTO ACREDITABLE.....	30

1.	Interfaces	30
2.	Arquitectura	30
IV.	MANUAL DE USUARIO	30
H.	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	30
I.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	31
J.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	32
IV.	RESULTADOS	33
A.	EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA	33
I.	NIVEL DE CONTEXTO	33
1.	Modelo de Organización	33
	Hoja de Trabajo OM-1: Problemas y Posibilidades de Mejora	33
2.	Modelo de tareas	41
3.	Modelo de gentes	46
II.	NIVEL DE CONCEPTO	46
1.	Modelo de conocimiento	46
2.	Modelo de comunicación	60
III.	NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	61
1.	Modelo de diseño	61
B.	EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	66
I.	EMULAR EL CONOCIMIENTO HUMANO CON LA FORMULACIÓN DE REGLAS DIFUSAS	66
II.	VALIDAR LA FIABILIDAD Y LA SEGURIDAD DEL SISTEMA CON LA LÓGICA DIFUSA.	68
III.	VERIFICAR EL CONTROL DE LAS DETECCIONES DE ENFERMEDADES A TRAVÉS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.	71

IV.	LOCALIZAR EN EL MAPA LOS SÍNTOMAS PRESENTADOS EN CADA ZONA.....	75
C.	IMPACTOS ESPERADOS	78
I.	IMPACTOS ECONÓMICOS.....	78
II.	IMPACTOS SOCIALES	78
III.	IMPACTOS EN TECNOLOGÍA	78
IV.	IMPACTOS AMBIENTALES.....	78
V.	DISCUSIÓN.....	79
VI.	CONCLUSIONES.....	80
VII.	RECOMENDACIONES.....	81
VIII.	LISTA DE REFERENCIAS	82
IX.	ANEXOS	85
A.	ANEXO N° 01. ANÁLISIS DE RIESGOS	85
B.	ANEXO N° 02. MANUAL DE USUARIO.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I: INDICADORES	26
TABLA II: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	27
TABLA III: MATRIZ DE CONSISTENCIA	31
TABLA IV: DESCOMPOSICIÓN DE PROCESOS.....	38
TABLA V: DESCOMPOSICIÓN DE ACTIVOS DE CONOCIMIENTO	39
TABLA VI: VIABILIDAD	40
TABLA VII: RESCATAR SÍNTOMAS.....	41
TABLA VIII: PRIORIZAR COMPLEJIDAD DE AFECTACIÓN.....	42
TABLA IX: ASIGNAR TRATAMIENTO.....	43
TABLA X: MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES	44
TABLA XI: CONTROL BIOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES	45
TABLA XIII: AGENTE AGRÓNOMO AGRÍCOLA.....	46
TABLA XIV: SIGATOKA NEGRA	49
TABLA XV: REGLA N° 1 SIGATOKA NEGRA EN ESTADIO 1.....	49
TABLA XVI: REGLA N° 2 SIGATOKA NEGRA EN ESTADIO 2	50
TABLA XVII: REGLA N° 3 SIGATOKA NEGRA EN ESTADIO 3.....	50
TABLA XVIII: REGLA N° 4 SIGATOKA NEGRA EN ESTADIO 4.....	50
TABLA XIX: REGLA N° 5 SIGATOKA NEGRA EN ESTADIO 5	51
TABLA XX: REGLA N° 6 SIGATOKA NEGRA EN ESTADIO 6.....	51
TABLA XXI: REGLA N° 7 INFECCIÓN MUY SEVERA.....	52
TABLA XXII: ENFERMEDAD SIGATOKA AMARRILLA	52
TABLA XXIII: REGLA N° 8 SIGATOKA AMARILLA EN ESTADIO 1.....	53
TABLA XXIV: REGLA N° 9 SIGATOKA AMARILLA EN ESTADIO 2.....	53
TABLA XXV: REGLA N° 10 SIGATOKA AMARILLA EN ESTADIO 3.....	53

TABLA XXVI: REGLA N° 11 SIGATOKA AMARILLA EN ESTADIO 4.....	53
TABLA XXVII: REGLA N° 12 SIGATOKA AMARILLA EN ESTADIO 5	54
TABLA XXVIII: ENFERMEDAD VIROSIS BUNCHY TOP	54
TABLA XXIX: REGLA N° 13 VBT CON SÍNTOMAS AVANZADOS	55
TABLA XXX: REGLA N° 14 VBT CON SÍNTOMAS USUALES	55
TABLA XXXI: ENFERMEDAD DE MOSAICO	55
TABLA XXXII: REGLA N° 15 MOSAICO.....	56
TABLA XXXIII: REGLA N° 16 MOSAICO EN CASO SEVERO	56
TABLA XXXIV: ENFERMEDAD MAL DE PANAMÁ.....	57
TABLA XXXV: REGLA N° 17 MAL PANAMÁ INICIANDO.....	57
TABLA XXXVI: REGLA N° 18 MAL DE PANAMÁ.....	57
TABLA XXXVII: ENFERMEDAD MANCHA JONSTON	58
TABLA XXXVIII: REGLA N° 19 MANCHA JONSTON	58
TABLA XXXIX: ENFERMEDAD DIAMANTE	58
TABLA XL: REGLA N° 20 DIAMANTE.....	59
TABLA XLI: ENFERMEDAD MOQUILLO	59
TABLA XLII: REGLA N° 21 MOQUILLO.....	60
TABLA XLIII: INTERESADOS INTERNOS	85
TABLA XLIV: INTERESADOS EXTERNOS	86
TABLA XLV: RIESGOS IDENTIFICADOS NIVEL 1.....	88
TABLA XLVI: RIESGOS IDENTIFICADOS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUCTURA DE UN SE	20
FIGURA 2: ORGANIGRAMA DE EMPRESA ANA BANANA S.A.....	36
FIGURA 3 DIAGRAMA DE BASE DE DATOS	47
FIGURA 4: MODELO DE COMUNICACIÓN	60
FIGURA 5: BIENVENIDA AL SISTEMA EXPERTO.....	61
FIGURA 6:LISTA SINTOMATOLOGÍA 1	62
FIGURA 7: LISTA DE SINTOMATOLOGÍA 2.....	62
FIGURA 8: LISTA DE SINTOMATOLOGÍA 3.....	62
FIGURA 9: LISTA DE SINTOMATOLOGÍA 4.....	63
FIGURA 10: LISTA DE SINTOMATOLOGÍA 5.....	63
FIGURA 11: LISTA DE SINTOMATOLOGÍA 6.....	64
FIGURA 12: LISTA DE SINTOMATOLOGÍA 8.....	65
FIGURA 13: LISTA DE SINTOMATOLOGÍA 9.....	65
FIGURA 14: DIAGNOSTICO	65
FIGURA 15: GRAFICA DIAGNOSTICO.....	66
FIGURA 16: SINTOMATOLOGÍA 1.....	67
FIGURA 17: RESULTADO DE SINTOMATOLOGÍA 1	67
FIGURA 18:DATOS OBTENIDOS DE LOS 5 DÍAS	68
FIGURA 19: FIABILIDAD DÍA 1	69
FIGURA 20: FIABILIDAD DÍA 2	69
FIGURA 21: FIABILIDAD DÍA 3	70
FIGURA 22: FIABILIDAD DÍA 4	70
FIGURA 23: FIABILIDAD DÍA 5	71
FIGURA 24: DATOS GENERAL DÍA 1	72

FIGURA 25: DATOS GENERALES DÍA 2.....	72
FIGURA 26: DATOS GENERALES DÍA 3.....	73
FIGURA 27: DATOS GENERALES DÍA 4.....	73
FIGURA 28: DATOS GENERALES DÍA 5.....	74
FIGURA 29: GEOLOCALIZACIÓN DE SÍNTOMAS DIARIOS	75
FIGURA 30: SÍNTOMA EN LA ZONA A.....	76
FIGURA 31: SÍNTOMA EN LA ZONA B	76
FIGURA 32: SÍNTOMA EN LA ZONA C	76
FIGURA 33: INICIO DE DIAGNOSTICO.....	90
FIGURA 34: LISTA SINTOMATOLOGÍA	91
FIGURA 35: DIAGNOSTICO	92
FIGURA 36: REPORTES.....	93
FIGURA 37: BIENVENIDOS PARA UBICAR EL MAPA.....	94
FIGURA 38: IR AL MAPA.....	94
FIGURA 39: SÍNTOMAS MARCADOS EN EL MAPA.....	94

RESUMEN

En el presente trabajo de Investigación sea identificando el problema de existencia de bananos con daños irreversibles, Lo cual esto genera una cierta cantidad de producción perdida, ya que ese banano desechable con daños irreversibles ya no sirve para exportación. Este problema general es una preocupación para los socios de la Empresa Ana Banana ya que a pesar de los cuidados al banano. Siempre al final de la producción reciben estos problemas.

Es por ello que elegimos priorizar el problema de las detecciones de enfermedades en el cultivo y es por eso que se formula esta pregunta ¿De qué manera se puede apoyar el diagnóstico de enfermedades en el cultivo del Banano Orgánico Williams de la Empresa Ana SAC en el año 2019?

Creemos que la implementación de un Sistema experto para determinar el diagnóstico de enfermedades en el cultivo de Banano, permita a ayudar a disminuir el número de bananos con daños irreversibles producidos en la Empresa Ana Banana de Piura.

El principal objetivo es implementar un sistema experto que apoye a determinar el diagnóstico de enfermedades en el cultivo de Banano Orgánico Williams de la Empresa Ana Banana S.A de la región de Piura. Primeramente, Emular el conocimiento humano con la formulación de reglas difusas, después validar la fiabilidad y la seguridad del sistema y finalmente verificar el control de las detecciones de enfermedades a través de los resultados obtenidos por el sistema experto.

Haremos uso de la metodología de desarrollo de Sistemas expertos por Niveles llamado COMMONKADS. Además, se utilizó Java, NetBeans. También se realizará un manual de usuario para que el Sistema Experto sea entendido para los que harán uso de este Prototipo asimismo también sea utilizado al 100%.

PALABRAS CLAVE: Metodología, Lógica Difusa, Java, Netbeans

ABSTRACT

In the present Research work it is identifying the problem of existence of bananas with irreversible damages, which generates a certain amount of lost production, since that disposable banana with irreversible damages is no longer for export. This general problem is a concern for the members of the Ana Banana Company, despite the care of bananas. They always receive these problems at the end of production.

That is why we choose to prioritize the problem of detecting diseases in the crop and that is why this question is asked. How can the diagnosis of diseases in the cultivation of Organic Banana Williams from the Ana SAC Company be supported in the year 2019?

We believe that the implementation of an expert system to determine the diagnosis of diseases in banana cultivation, will help to reduce the number of bananas with irreversible damage produced in the Ana Banana de Piura Company.

The main objective is to implement an expert system that supports determining the diagnosis of diseases in the cultivation of Williams Organic Banana from the Ana Banana S.A Company in the Piura region. Firstly, Emulate human knowledge with the formulation of fuzzy rules, then validate the reliability and security of the system and finally verify the control of disease detections through the results obtained by the expert system.

We will make use of the development methodology of Expert Systems by Levels called COMMONKADS. Also, Java, NetBeans was used. A user manual will also be made so that the Expert System is understood for those who will make use of this Prototype and also be used 100%.

KEYWORDS: Methodology, Fuzzy Logic, Java, Netbeans.

I. INTRODUCCIÓN

Según Soto [1], el termino Agricultura orgánica se define como sistema holístico de producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, incorporando la biodiversidad y los ciclos biogeoquímicos del suelo, priorizando el uso de prácticas de manejo dentro de una propiedad. Esto se alcanza utilizando métodos biológicos, culturales y mecánicos en contradicción a los insumos sintéticos y químicos.

Actualmente, IFOAM [2] menciona que a nivel Mundial existen 37 millones de hectáreas certificadas por ser tierras agrícolas orgánicas. Europa cuenta con 10 millones de hectáreas de agricultura orgánica entre ellas de banano orgánico. Se considera al mercado europeo, el más importante para las exportaciones de banano Orgánico del Perú.

Perú es el país mas importante en producir banano orgánico, contando con 15000 hectáreas dedicadas al cultivo de Banano orgánico, entre ellas la región Piura, Lambayeque, Tumbes y la Libertad. No obstante, el Valle del Chira-Sullana es considerado como la zona productora por su confiabilidad y calidad de Banano Orgánico.

A nivel regional, se menciona que Piura y Tumbes están dedicadas a la producción y exportación de productos agrícolas, especialmente Orgánicos. Algunos pequeños agricultores exportan un 13% de banano orgánico mientras el valle de Chira-Sullana-Piura exporta un 87%, ya que cuenta con 3500 hectáreas certificadas en banano orgánico.

Por consiguiente, la zona bajo estudio es la Empresa Ana Banana S.A. ubicada en la ciudad de Piura, la cual tiene sus cultivos de banano orgánico en la finca Santo Tomé ubicada en el Alto Piura, provincia de Morropón. En la cual se identificaron los siguientes problemas; Deficiencia en el Control de Plagas y Enfermedades, Deficiencia en la Aplicación de los Nutrientes Orgánicos, Insuficiencia de equipos para la extracción y transporte del banano orgánico, Deficiencias en la Gestión del Personal de Campo, y las Deficiencias en la supervisión del trabajo de campo. Seleccionando como problema de investigación Deficiencia en el diagnóstico de Enfermedades de los cultivos de banano orgánico en la Empresa Ana Banana S.A. en vista que el personal de campo no está capacitado en la detección de enfermedades del banano y la falta de pronóstico de clima. Además, el deficiente control de las labores del personal de Área de Sanidad y el deficiente seguimiento de las enfermedades del banano, genera un incremento al número de detecciones de enfermedades no acertados al año. Por otra parte, la existencia de pocos

trabajadores en el área de sanidad genera retardo para controlar y eliminar las enfermedades en el tiempo indicado. Por último, esto trae como consecuencia la existencia de Bananos con daños irreversibles.

Ante esta realidad, es importante formular la siguiente pregunta ¿De qué manera se puede apoyar el Diagnóstico de enfermedades en el cultivo del Banano Orgánico Williams de la Empresa Ana SAC en el año 2019?

Frente a esta pregunta y la necesidad de profundizar el problema, se realizó la investigación del tipo Aplicativa cuya población fue de 72 hectáreas constituidas por tres zonas A, B y C y cada zona consta de 24 hectáreas cada una. Para ello se determinó Implementar un aplicativo inteligente que apoye a detectar las enfermedades en el cultivo de Banano Orgánico Williams de la Empresa Ana Banana S.A de la región de Piura. Para ello se tuvo que emular el conocimiento humano con la formulación de reglas difusas, además validar la fiabilidad y la seguridad del sistema con la lógica difusa.

La presente tesis está dividida en nueve (9) capítulos: I) Introducción, II) Marco teórico, III) Metodología, IV) Resultados V) Discusión, VI) Conclusiones, VII) Recomendaciones, VIII) Lista de referencias y IX) Anexos.

En el Capítulo I veremos el inicio del trabajo de investigación mediante la introducción de hecho tendremos en cuenta los datos concisos que garantizan la situación problemática expuesta requiere de una solución próxima para salvar las plantas de las enfermedades a tiempo y así disminuir el número de bananos con daños irreversibles.

Por consiguiente, es necesario contener información histórica en el marco teórico mostrado en el Capítulo II. Asimismo, en el Capítulo III presentaremos la metodología expuesta en este trabajo de investigación, mencionando el tipo, nivel y diseño de la investigación, de igual forma la población y muestra, está es utilizada posteriormente para las pruebas del sistema Experto.

En el Capítulo IV extenderemos los niveles de la metodología Commonkads según las actividades que se realizaran en cada una de las iteraciones, estas sirvieron de ayuda para encaminar al correcto desarrollo del sistema experto; por lo tanto, en una de las iteraciones se realizó reglas lógicas para representar la ingeniería del conocimiento en el sistema experto.

En el Capítulo V se examina la consistencia de los objetivos específicos, señalando las bases teóricas usadas para el desarrollo de cada uno de ellos, Por el contrario, en el Capítulo VI se manifiestan las conclusiones obtenidas luego del desarrollo del sistema experto, teniendo en cuenta cada uno de los objetivos plateados en este trabajo de investigación.

En el Capítulo VII se indican algunas recomendaciones que investigadores futuros pueden tener en cuenta para el desarrollo de un trabajo de investigación más exacto. Finalmente, en el Capítulo VIII se muestra las referencias que se tomaron en consideración para desarrollar la investigación y en el Capítulo IX se presentan los anexos.

II. MARCO TEÓRICO

a. Antecedentes

Se han considerado para esta investigación los siguientes antecedentes:

i. Antecedentes internacionales

Según Bula y Salas [3], manifiesta la falta de un asistente para apoyar a la detección de enfermedades y plagas en el cultivo de berenjena. Se desarrolló este sistema, bajo Prolog, JAVA™, Xml, API de java como Jfreechart, Apache Tomcat, Postgres, NetBeans y una base de conocimiento adquirida por un experto del Departamento de ingeniería agronómica. Con el objetivo de mejorar la productividad de toda la región haciendo uso de la sintomatología para la detección de plagas y enfermedades en el cultivo de berenjena. El valor agregado de esta investigación es mejorar la productividad y la competitividad de la berenjena en el mercado. Finalmente, se concluye que, al realizar esta encuesta para la obtención de resultados, en esta se logró observar que este sí cumple con las actividades que ejecutara el operador para diagnosticar las plagas y enfermedades, por lo tanto, es viable. Se tomó en consideración esta tesis ya que se relaciona temáticamente y técnicamente; es decir hacen uso de una encuesta. Además, que aplican la ingeniería artificial basado en conocimiento.

Quintero [4], comenta la existencia de hongos fitopatógenos, esto provoca amenazantemente la seguridad alimentaria de muchos países. Para desarrollar este sistema utilizaron SWI-Prolog para una creación de una base de datos basada en conocimiento. Además, tomaron como herramienta a java para la creación de interfaces para el usuario. El valor agregado de esta investigación es en el proceso de instrucción de manejo para el diagnóstico de hongos fitopatógenos. Para poder afirmar que este sistema es eficiente. Se realizaron pruebas de software llamadas cajas negras. Estas lograron aprobar el buen funcionamiento del Sistema Experto. Finalmente se otorga como conclusiones se encontró la factibilidad de todas las reglas que se utilizó para producir dicho sistema. Se tomó como suma importancia esta tesis porque se relaciona con el procedimiento empleando de esta investigación, al formular reglas de producción en el lenguaje de eclipse.

Vega [5], relata que se tenía un debilitamiento para ayudar a las personas a diagnosticar de manera temprana estas enfermedades y plagas para obtener un análisis a tiempo. Para ello se utilizó como herramientas a ATOM, gestor de base de datos mysql y phpMyadmin y para elaborar la aplicación se usó el php y html. Como valor agregado ejecutaron un sistema experto para diagnosticar plagas y enfermedades en plantas ornamentales. Finalmente se concluye que este sistema ayudo a obtener un diagnóstico y análisis a tiempo. Examine esta investigación y se relación temáticamente con mi investigación, pero en otro sector agrario. También técnicamente, al elaborar entrevista y encuesta para recolección de información.

ii. Antecedentes nacionales

Barrantes y Vigo [6], declara que los cultivos de arroz se ven muy afectados por plagas en gran medida. Esto perjudica a la producción del arroz. Se utilizo una guía basada en la práctica para la construcción de sistemas inteligentes. Esto contiene algunos diagramas UML orientado básicamente a un enfoque Móvil. Se realiza una programación basada en JQuery Mobile con PHP. El valor agregado de esta investigación es desarrollar un sistema experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en el cultivo del Arroz. Finalmente, los autores concluyen que la certeza que tiene este aplicativo es de un 80% en el diagnóstico y manejo integral para el cultivo de Arroz. Tome en cuenta esta investigación para que respalde temáticamente y a través de su procedimiento de detección de plagas y enfermedades por medio de la sintomatología.

Ríos [7], narra que el arroz es propenso a ser atacado por plagas, por lo tanto, debe detectarse a tiempo y por la falta de conocimiento o de recursos hay en ocasiones que se llega a perder el sembrío. Se utilizo una serie de técnicas para el recogimiento de información como el análisis documental y cuestionario. Esta herramienta tecnológica es basada por la inteligencia Artificial. El valor agregado es la implementación de un sistema experto para detectar las plagas y enfermedades del Arroz, esto servirá de ayuda a muchos agricultores dedicados al huerto. Finalmente, el autor concluye que dicho sistema experto ha mejorado los niveles de satisfacción. Se le toma

como respaldo de la idea presentada, ya que tiene relación temáticamente con la detección de enfermedades y plagas.

Urteaga [8], manifiesta que las plagas atacan a todo tipo de sembrío y esto perjudica la calidad del sembrío. Esta investigación tiene como objetivo modelar y desarrollar un sistema inteligente para prevenir que las plagas ataquen en gran proporción a los cultivos. Finalmente concluye esta investigación que se logró proporcionar resultados que beneficien a los agricultores y además que este sistema ayude a mejorar la productividad de las cosechas de aquellos agricultores que por causa de las plagas pierden su cultivo y su inversión en la siembra de aquel sembrío. Se toma en consideración este estudio ya que se relaciona con la investigación, cuando menciona que al no detectar a tiempo estos tipos de males que presenta la planta, puede tener consecuencias muy graves como pérdidas de productividad, de dinero ya que en muchas ocasiones si no se hace una detección a tiempo perjudica a todo el cultivo.

iii. Antecedentes locales

Mediante la búsqueda realizada en distintas plataformas de tesis, artículos, revistas no se encontró fuentes relacionados a nivel local ya sea Chiclayo Lambayeque. Es por ello que no se presenta ninguna fuente que respalde a nuestra idea.

b. Bases teórico científicas

i. Sistema Experto

Feigenbaum [9], en el Congreso Mundial de IA definió el concepto de sistema experto como un sistema informático inteligente que usa el conocimiento y procedimientos para resolver problemas, simula el proceso de aprendizaje, de razonamiento de comunicación y de acción de un ser Humano.

1. Arquitectura

Veremos la estructura ideal de un sistema Experto. Tener en cuenta que manifestaremos los componentes básicos que debe tener nuestro Sistema Experto. La figura 1 muestra la estructura de un SE [10].

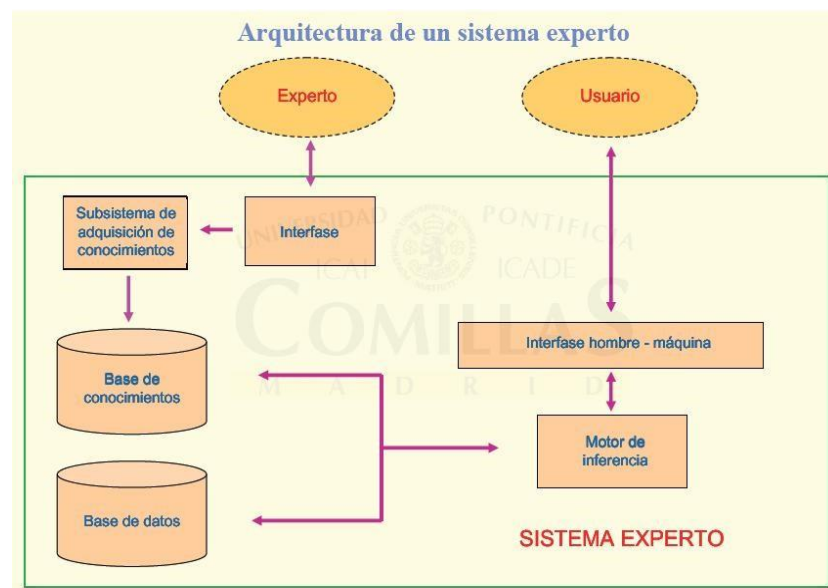


Figura 1: Estructura de un SE

Fuente: Sitio web system [11]

2. Metodología para el desarrollo de un SE

La Real Academia española (REA) define a la metodología como el conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o un estudio [12]. También decimos que para el desarrollo de un sistema experto (SE) existen diferentes metodologías propuestas por diferentes autores de acuerdo a su forma de desarrollo. Las cuales mencionamos a continuación:

a) Metodología Commonkads

Salcedo [13] conceptualiza a la metodología Commonkads como un estándar por los ingenieros responsables en la gestión del conocimiento.

Mediante un número de principios que determinan la línea base y racional para su desarrollo para que se ejecute el Commonkads. Estos principios son basados en experiencias rescatadas en la implementación de sistemas de conocimiento y estas son:

- Se consiste construir aspectos de diferentes modelos de conocimiento humano.
- El objetivo es modelar el conocimiento, pero primeramente se requiere de una concentración en la estructura del conocimiento conceptual, dejando de priorizar la programación.
- La estructura interna estable del conocimiento se analiza distinguiendo los tipos específicos de conocimiento y los roles.
- Gestionar en forma de espiral controlada.

3. Ventajas del SE

- Están siempre disponibles a cualquier hora del día y de la noche y de forma interrumpida.
- Son fáciles de reprogramar.
- Pueden perdurar y crecer en el tiempo de forma indefinida.
- Pueden ser consultados por personas u otros sistemas informáticos [14].

ii. Lógica difusa

Se inició en 1965 la Lógica difusa por Lotfi A. Zadeh, este personaje fue un profesor reconocido porque brindaba enseñanza en la Universidad de California de Berkeley. Esta fue diseñada para imitar el comportamiento humano. La Lógica difusa se ha podido emplear en distintas áreas como:

El control de sistemas de tráfico, vehículos, maquinas lavadoras, Ascensores, el reconocimiento de objetos con cámaras, de escritura manualmente y la optimización de los horarios. Además, en la predicción de terremotos [15].

1. Etapas de la lógica difusa

a) Fusificación:

Contiene funciones de pertenencia para las variables de entrada para de esa manera poder determinar el grado de verdad o veracidad para cada regla de la premisa.

b) Interferencia Lógica:

El valor de la veracidad o verdad para la premisa de cada regla se calcula, después el resultado que se obtenga del cálculo se le asigna al conjunto difuso. Este le asigna después a cada variable de salida de cada regla.

c) Difusificación:

Esta etapa se utiliza cuando queremos convertir la salida difusa a un valor numérico. Para ello existen como mínimo 30 métodos de Difusificación.

iii. Insectos

Se dice que las Enfermedades son producidas por insectos:

1. Picudo negro o gorgojo

Estos insectos se van introduciendo a medida que se van alimentando de la corona de la planta. Todo esto causa caídas de plantas maduras.

Es importante monitorear esta plaga producida por este insecto, siempre colocan trampas hechas de pseudotallo cortados en rodajas y cada día verifican el número de insectos, de esta manera hacen el control [16].

2. **Mancha roja**

Esto se observa con mayor notoriedad en la fruta de exportación por la exigencia en la calidad de fruta. Se caracteriza por la coloración roja que presenta y por la superficie áspera. Esta mancha se presenta en los dedos de la mano del banano y este efecto es producido por un insecto llamado Trips. Para esto se requiere de fundas con perforación de 1.5 mm. Además el color para poder controlar la contribución [16].

iv. **Enfermedades**

1. **Sigatoka negra – *Mycosphaerella fijiensis* Morelet**

Por la cantidad de rayas y manchas de color café a negro es como se observa esta plaga.

2. **Sigatoka amarilla (*Cercospora musae*)**

Las hojas secas que cuelgan de la planta, son principales para contaminar. Esta enfermedad se produce por esporas, estas se transportan por el viento y la lluvia. La prevención es la misma que se aplica a Sigatoka negra.

3. **El virus del banano rayado**

La plantación infectada se caracteriza por tener un crecimiento y vigor reducido produciendo racimos de banano pequeños, frutos deformes. Y las plantas que severamente son afectadas por esta enfermedad, principalmente mueren. Los síntomas es el rayado del banano, este rayado es clorótico en el tejido foliar en el cual se vuelve en un rayado necrótico [16]. En otros casos se presenta otros síntomas como la necrosis interna o ruptura en el pseudotallo además puede tener muerte en la hoja madera.

III. METODOLOGÍA

a. Tipo y nivel de investigación

i. Tipo de investigación

Es aplicada, ya que esta investigación va a aportar conocimientos teóricos a la Ingeniería Artificial mediante la solución de detección de enfermedades al cultivo de Banano Orgánico Williams.

ii. Nivel de investigación

Es descriptiva-Explicativa, ya que esta investigación el punto necesario es dar respuesta a ¿Cómo? Y el ¿por qué? Vamos a hacer esta investigación para lograr el diagnóstico y dar tratamiento al cultivo de banano Orgánico Williams.

b. Diseño de investigación

De acuerdo a la investigación que se desarrollará y según los estudios realizados el año 2019 por Preciado [17], el diseño de contrastación que se utilizará será no experimental Transeccional o transversal descriptivo.

El diseño se diagrama así:

M→O

Donde:

M = Muestra u objeto en que se realizara el estudio permanente.

O = Observación de la muestra especifica

Nos limitamos a realizar el recojo de información de la situación actual.

c. Población, muestra y muestreo

i. Población

La población objeto del estudio estará constituida por:

Hectáreas = 72 hectáreas de plantación de bananos

Zonas = A,B y C

ii. Muestra

La muestra de la población de hectáreas son las zonas

Esta muestra permitirá apoyarnos para probar el sistema experto en la zona A, ya que es de 24 hectáreas

iii. Muestreo

La técnica de muestreo que se aplicó ha sido una entrevista.

d. Criterios de selección

- a) Magnitud de la zona
- b) Calidad de producción de banano en la zona
- c) Características comunes de enfermedades que presenta la plantación de esa zona.

e. Operacionalización de variables

Las variables que se han utilizado como elementos básicos en el desarrollo de la hipótesis están identificadas de la siguiente manera:

i. Variables

1. Variable independiente

Sistema Experto.

2. Variable dependiente

Apoyará para la detección de enfermedades del cultivo de Banano

ii. . Indicadores (Operacionalización de variables)

Tabla I: Indicadores

Objetivo específico	Indicador(es)	Definición conceptual	Unidad de medida	Instrumento	Definición operacional
Emular el conocimiento humano con la formulación de reglas difusas	N° de síntomas observadas por agrónomo de la empresa. N° de síntomas según expertos fitopatólogo.	Evaluar los síntomas observadas por el agrónomo con los síntomas presentados en el sistema experto basado a la apreciación de los expertos fitopatólogos. Fitopatólogo tiene conocimientos avanzados para reconocer y diagnosticar las enfermedades en las plantas.	Numero Numero	Ficha de observación Ficha de observación	N° de síntomas observadas por agrónomo de la empresa / N° de síntomas según expertos fitopatólogos.
Validar la fiabilidad y la seguridad del sistema con la lógica difusa	N° de resultados positivos por mes. N° de total de resultados por mes.	Comparar los resultados positivos que arrojen el mismo diagnostico que el ingeniero agrónomo diagnostica basado a su conocimiento por mes. Con el total de los resultados obtenidos en ese mes.	Numero Numero	Análisis de reportes de los resultados obtenidos. Lista de cotejo	N° de total de resultados por mes - N° de resultados positivos por mes.
Verificar el control de las labores a través de los resultados obtenidos por el sistema experto.	Porcentaje de bananos con daños irreversibles de cada recojo actual. Porcentaje de bananos con daños irreversible de cada recojo anterior.	Verificar el Porcentaje de bananos con daños irreversibles de cada recojo entre el porcentaje de bananos con daños irreversible del recojo anterior.	Porcentaje Porcentaje	Ficha de observación Lista de cotejo	Porcentaje de bananos con daños irreversibles de cada recojo anterior. - Porcentaje de bananos con daños irreversibles de cada recojo actual.
Localizar en el mapa los síntomas presentados en cada zona.	Numero de síntomas diarios por zona / Numero de síntomas diarios.	Ubicar los síntomas diarios por zona.	Numero	Lista de cotejo	Para poder ubicar los síntomas que han sido rescatadas y priorizarlas según su porcentaje de afectación.

f. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, en la siguiente tabla se muestra las técnicas e instrumentos que fueron útiles para la recolección de datos.

Tabla II: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Entrevista	Guion de entrevista Grabaciones	Ingenieros de planta, personal, producción y sanidad.	Para obtener la información de cada proceso actualmente.
Ficha de Observación	Análisis de documento Lista de Cotejo	Trabajadores de sanidad y producción	Obtener información sobre antes y después de la implementación del sistema experto.

g. Procedimientos

i. Metodología de desarrollo

Esta metodología es para brindar apoyo a la Ingeniería del Conocimiento. Especialmente esta ayuda en todo el desarrollo del sistema. Además, proporciona una serie de métodos para que la realización del análisis se haga detallado con las tareas y procesos.

A continuación, se mencionan las actividades que se realizarán en cada una de las iteraciones de la metodología a seguir, en este caso Commonkads:

1. Nivel de Contexto

Este nivel determina los problemas y las oportunidades, siempre considerando el impacto que esto puede producir a la Empresa.

En este nivel se desarrollaron los siguientes modelos como:

a) Modelo de Organización

Este modelo permite conocer el impacto que las acciones que se tomaran al momento de la implementación afecten a la organización.

En este modelo se desarrollarán las siguientes actividades:

- Identificar los problemas y las posibilidades de Mejora.
- Redactar la estructura, procesos, personal, recursos de la Organización.
- Descomposición de los procesos de la organización.
- Descomposición de Activos de conocimiento.

Realizar el análisis de viabilidad ya sea técnica, económica, científica del trabajo de investigación.

b) Modelo de Tarea

Este modelo se realiza específicamente cuando ya se realizó el análisis de viabilidad mediante la fase anterior.

- Realizar una documentación de análisis de tareas identificándolas y por lo consiguiente el objetivo y el valor de cada una de ellas.
- Elaborar formularios de cada elemento de conocimiento que se empleó al realizar las tareas previamente mencionadas.

c) Modelo de agentes

Este modelo se realiza después de que se haya aprobado el modelo de organización y se haya realizado el modelo de tareas. Para eso primero hay que analizar el impacto y dar mejoras según los puntos de vistas de los agentes que realizan las respectivas tareas.

- Realizar una documentación sobre la descripción de agentes

2. Nivel de concepto

En este Nivel se describe el sistema de conocimiento que se va a construir. Principalmente aquí se describe la conceptualización del modelo de conocimiento y de comunicación.

En este modelo se desarrollarán las siguientes actividades:

a) Modelo de Conocimiento

En este modelo se desarrollan las tres importantes categorías del conocimiento: El conocimiento de dominio de inferencias y el de tareas.

b) Modelo de Comunicación

En este modelo el propósito es determinar la respectiva comunicación entre los agentes de una misma tarea. Para ello utilizan unas plantillas. La primera es para describir las transacciones ejecutadas y la segunda se encarga de administrar la estructura interna de cada transacción.

3. Nivel de diseño

En este modelo se desarrollarán las siguientes actividades:

a) Modelo de diseño

Este modelo manifiesta el procedimiento necesario para implantar el respectivo conocimiento en un sistema informático.

En este modelo se desarrollarán las siguientes actividades:

- Diseñar interfaces para el diagnóstico de enfermedades.

ii. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos en el desarrollo de la presente tesis se efectuó con la finalidad de identificar las fases, entregables y objetivos afectados durante desarrollo de la presente tesis, las mismas se detallan en el *Anexo N° 02*.

iii. Producto acreditable

1. Interfaces

Se construyeron las interfaces de la construcción del sistema experto para apoyar en el diagnóstico de enfermedades en el cultivo de Banano Orgánico Williams haciendo uso del lenguaje java para la elaboración del sistema de escritorio en donde se considera el módulo de diagnóstico, el mismo que se presenta en el *ítem 4.1.3. Nivel de implementación, en el Capítulo IV. Resultados.*

2. Arquitectura

De diseñó una arquitectura idónea para el funcionamiento del sistema experto para apoyar en el diagnóstico de enfermedades en el cultivo de Banano Orgánico Williams, el cual se detalla en el *ítem 4.1.3. Nivel de implementación, en el Capítulo IV. Resultados.*

iv. Manual de usuario

Se elaboró un manual de usuario con la finalidad de ayudar a los usuarios en el uso del sistema experto que se implementó, el cual se muestra en el *Anexo N° 99.*

h. Plan de procesamiento y análisis de datos

Los datos se obtuvieron mediante una entrevista dirigida a los ingenieros a cargo del área de planta, personal, producción y Sanidad. También se elaboró una encuesta inclinada a los trabajadores del área de sanidad y fichas de observación a los Trabajadores del área de sanidad y de producción para poder obtener información antes de la implementación del sistema.

i. Matriz de consistencia

Tabla III: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES DE ESTUDIO</u>
¿De qué manera se puede apoyar el Diagnóstico de enfermedades en el cultivo del Banano Orgánico Williams de la Empresa Ana SAC en el año 2020?	Implementar una aplicación inteligente apoye detectar las enfermedades en el cultivo de Banano Orgánico Williams.	Hipótesis	VARIABLE INDEPENDIENTE
			Sistema Experto
			VARIABLE DEPENDIENTE
Apoyará para la detección de enfermedades del cultivo de banano.			
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>INDICADORES</u>	
Emular el conocimiento humano con la formulación de reglas difusas	Evaluar los síntomas observadas por el agrónomo con los síntomas presentados en el sistema experto basado a la apreciación de los expertos fitopatólogos		N° de síntomas observadas por agrónomo de la empresa.
Validar la fiabilidad y la seguridad del sistema con la lógica difusa.	Comparar los resultados positivos que arrojen el mismo diagnostico que el ingeniero agrónomo diagnostica basado a su conocimiento por mes. Con el total de los resultados obtenidos en ese mes		N° de síntomas según expertos fitopatólogo
Verificar el control de las detecciones de las enfermedades a través de los resultados obtenidos por el sistema experto.	Verificar el Porcentaje de bananos con daños irreversibles de cada recojo entre el porcentaje de bananos con daños irreversible del recojo anterior		N° de total de resultados por mes - N° de resultados positivos por mes
Localizar en el mapa los síntomas presentados en cada zona.	Ubicar los síntomas diarios por zona y de esa manera priorizar para darle tratamiento. Se priorizará de acuerdo al porcentaje de diagnostico que se presenta en la geolocalización.		Porcentaje de bananos con daños irreversibles de cada recojo anterior. - Porcentaje de bananos con daños irreversibles de cada recojo actual.
			Numero de síntomas diarios por zona.

j. Consideraciones éticas

El ingeniero encargado de realizar la validación del sistema, este brindó los datos necesarios para proceder al llenado del test y así obtener un resultado preciso, confiable y con validez. El ingeniero tiene claro que la información obtenida es únicamente para fines académicos, comprometiéndome a no compartir ningún tipo de información a otras personas externas al proyecto.

A continuación, se listan los aspectos que se han considerado para proteger los datos de los participantes en esta investigación, en esta situación los trabajadores que brindaron sus opiniones en la encuesta fueron anónima. Estos datos obtenidos es información secreta que requiere resguardo.

- Aplicación de técnicas de recolección de datos: Encuestas, entrevistas, etc.
- Seguridad de la información.
- Protección de contraseñas y datos registrados.
- Resguardo de los datos y secreto de la información.

IV. RESULTADOS

La metodología Commonkads nos ofrece un marco de trabajo para la aplicación del conocimiento, muestra una vista del SBC. Además, presenta modelos en cada nivel, pero se eligió a esta metodología por que el modelo de agentes y el de comunicaciones son particulares de la metodología elegida, estos modelos no tienen las otras metodologías. También, permite obtener un alto nivel en el análisis organizacional y ayuda a construir sistemas basados en conocimiento para solucionar diversos problemas como monitorización, control, seguimiento, etc. es por ello que se consideró COMMONKADS.

a. EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA

i. Nivel de contexto

En este nivel tiene como objetivo principal analizar la Organización donde se ejecutará el estudio; La organización es Ana Banana SAC, esta se ha seleccionado porque es una empresa agroindustrial con más de 50 años de experiencia en el sector, produce y exporta banano Orgánico a los mercados de Europa, Estados Unidos y Asia, cumpliendo con los más altos estándares de proceso, calidad de los mercados más exigentes a nivel Internacional y porque cuenta con información confiable. Además, porque se cuenta con el apoyo de los ingenieros Agrónomos que laboran en la empresa y están involucrados con el tema de investigación. Este primer nivel se divide en:

1. Modelo de Organización

En la Hoja de trabajo OM-1 se indica que la solución 1, es la indicada, para apoyar a la detección de enfermedades en el cultivo de banano orgánico Williams.

Hoja de Trabajo OM-1: Problemas y Posibilidades de Mejora

a) Problemas

- Deficiencia en el control de enfermedades ya que depende de la supervisión del ingeniero y genera pérdidas al no poder detectar la enfermedad a tiempo.

- En la actualidad no existe ningún sistema de ayuda a los ingenieros en la determinación del nivel de nutrientes en las instalaciones de la empresa.
- Deficiencia en la Aplicación de los Nutrientes Orgánicos en los cultivos debido que depende de la supervisión del ingeniero y el proceso resulta lento y trabajoso.
- Imperfección en la extracción de muestras de suelo debido que no cuentan con un registro de ubicación de sectores.
- Ausencia de capacitación permanente para conservar el conocimiento de los ingenieros expertos en la determinación del nivel de nutrientes y en la determinación del tratamiento en enfermedades

b) Problema seleccionado

Deficiencia en el control de enfermedades ya que depende de la supervisión del ingeniero y genera pérdidas al no poder detectar la enfermedad a tiempo.

c) Oportunidades

- La empresa es auto sostenible en la producción de abono orgánico.
- Alianzas comerciales con empresas especializadas en la exportación de productos orgánicos.
- Cuenta con una cartera de clientes extranjeros que requieren de los productos de la empresa.
- Cuenta con certificaciones de buenas prácticas agrícolas Certificaciones Global G.A.P, certificaciones en producción de orgánicos USDA Organic, y en Mafra Korea la certificación JAS relativa al banano orgánico.

d) Contexto Organizacional

Misión, Visión y meta: La empresa se encarga de la producción de banano orgánico de primera calidad mediante un manejo sostenible de los recursos naturales y la mejora de la calidad de vida de nuestros colaboradores y sus familias.

Objetivos:

- Ser una empresa líder en producción, comercialización y exportación de banano orgánico.
- Hacer nuestra marca reconocida por su calidad en todo el mundo
- Cumplir con las especificaciones técnicas que el cliente requiera.

Factores Externos:

- Aumento de la demanda de mercado en productos de exportación.
- Aumento de la competencia en el mercado de exportación.

e) Soluciones

Solución 1: Desarrollar un Sistema Experto para determinar el diagnóstico de enfermedades en el cultivo del banano orgánico y que influya positivamente en los problemas reflejados.

Solución 2: Desarrollar un Sistema Experto para determinar el nivel de nutrientes requeridos en el cultivo del banano orgánico y que influya positivamente en los problemas reflejados.

Solución 3: Desarrollar un Sistema de Monitoreo de Personal de Campo.

De las soluciones planteadas se opta por la solución 1, debido a que el ingeniero agrónomo tiene dificultad para la detección de enfermedades en el cultivo de Banano Orgánico, es por ello se manifiestan las consecuencias visibles en la planta frutal, respecto a los problemas de detección de enfermedades.

A) Hoja de trabajo OM-2: Aspectos Variables

En la hoja de trabajo OM-2, se puede observar los aspectos variables de los procesos realizados en una empresa agrícola dedicada a la producción de banano orgánico Williams.

a) **Estructura**

La organización de estudio es la empresa Ana Banana SAC- Piura, esta se encuentra organizada: Por un Gerente General que se encuentra situado en el área de Gerencia, esta persona se encarga de buscar oportunidades que permitan abarcar más espacio en el mercado para obtener más demandas y rentabilidad óptimas y necesarias para mantener el patrimonio de la organización. Luego se comunica con la Oficina de administración de Piura, en seguida con la Oficina de Campo Santo.



Figura 2: Organigrama de Empresa Ana Banana S.A

Tome, esta oficina se divide en tres partes:

Área de producción

- calidad Preventiva
- Jefe de planta

Área de sanidad

Jefe de campo

- Encargado de zona A
- Encargado de zona B

b) **Procesos**

Proceso de:

- Control de mantenimiento de la planta de

- Banano (malezas, deshoje).
- Control en la fertilización orgánica
- Control de enfermedades
 - Rescatar los síntomas visibles de la planta para determinar la enfermedad.
 - Realizar el diagnóstico de los síntomas de las enfermedades que se estén presentando en el cultivo de Banano.
 - Priorizar la complejidad de afectación de las enfermedades en el cultivo.
 - Emplear el tratamiento según lo priorizado
 - Realizar la evaluación de la presencia de enfermedades que se estén presentando en el cultivo de Banano.

c) Personal

Ingenieros agrónomos de sanidad, técnicos agrícolas, peones y/o agricultores.

d) Recursos

Herramientas:

Lupa, Machete, Pala, Hoz, tinas o tanques, cable vía, bombas de exparción de agua, Utensilios de cortar

Hojas de Evaluación en papel para controlar las enfermedades encontradas.

e) Conocimiento

- Manejo Integrado de Enfermedades
- Para diagnosticar y dar tratamiento a las plantas según las enfermedades encontradas después de la evaluación respectiva.

f) Cultura y potencial

- La empresa ha alcanzado con certificaciones de buenas prácticas agrícolas Certificaciones Global G.A.P, certificaciones en producción de orgánicos USDA

Organic, y en Mafra Korea la certificación JAS relativa al banano orgánico.

- La propia empresa desarrolla sus propios productos orgánicos.

En la hoja de trabajo OM-3, se puede observar la descomposición del proceso de controlar las enfermedades.

HOJA DE TRABAJO OM-3: Descomposición de los Procesos

Tabla IV: Descomposición de Procesos

Modelo de Organización		Descomposición de los Procesos (OM - 3)			
Nº	Tarea	REALIZADA POR	¿Dónde?	RECURSOS DE CONOCIMIENTO	IMPORTANCIA
1	-Rescatar los síntomas visibles de la planta para determinar la enfermedad mediante la inspección ocular en el cultivo	Trabajadores Jefe de Campo	Área de Sanidad Jefe de Campo	Manejo integrado de enfermedades	Alta
2	-Priorizar la complejidad de afectación de las enfermedades encontradas	Agrónomo	Área de Sanidad	Control Biológico de las enfermedades	Media
3	-Asignar el tratamiento ya sea de insecticidas o remedios orgánicos según lo priorizado.	Agrónomo	Área de Sanidad	Manejo de Insecticidas en Base a los grupos Toxicológicos	alta
4	- Realizar las evaluaciones de la presencia de enfermedades por una lista de cotejo.	Agrónomo	Área de Sanidad	Evaluación de enfermedades. Control Biológico de las enfermedades.	Alta

Esta investigación está orientada hacia el control inteligente de enfermedades, proceso que se ha descrito en el formulario OM-2

y OM-3. En estos formularios mencionados se observa las actividades más importantes para la detección de enfermedades. Una de las actividades más importantes es rescatar los síntomas que el cultivo está padeciendo, para ello se registra el síntoma, el porcentaje de afectación.

En la hoja de trabajo OM-4, se puede observar la descomposición de activos de conocimiento del proceso de control de enfermedades.

HOJA DE TRABAJO OM-4: Descomposición de Activos de conocimiento

Tabla V: Descomposición de activos de conocimiento

Modelo de Organización		Descomposición de Activos de conocimiento (OM - 4)				
Recurso de Conocimiento	Pertenece A:	Usado En:	¿Forma Adecuada?	¿Lugar Adecuado?	¿Tiempo Adecuado?	¿Calidad Adecuada?
Manejo integrado de enfermedades	Agrónomos Técnicos e Ing. de agronomía del Área de Sanidad y el Jefe de Campo	1,2 y 3	SI	SI	NO	NO
Control Biológico de las enfermedades	Agrónomos Técnicos e Ing. de agronomía del Área de Sanidad	2,4 y 6	Sí, aunque podría respaldarse por un SBC.	SI	NO	Sí, aunque podría respaldarse por un SBC.
Manejo de Insecticidas en Base a los grupos Toxicológicos	Agrónomos Técnicos del Área de Sanidad	5	Si	si	no	Si, aunque podría respaldarse con un SBC

En la hoja de trabajo OM-5, se puede observar la lista de verificación para la decisión de la viabilidad de la investigación según al proceso de control de enfermedades.

HOJA DE TRABAJO OM-5: Lista de verificación para el documento de decisión de viabilidad

Tabla VI: Viabilidad

Modelo de Organización	Lista de verificación para el documento de decisión de viabilidad: Hoja de trabajo OM-5
Viabilidad de Negocio	<p>Se espera recuperar una tasa elevada a la inversión que proveerá la empresa.</p> <p>Los expertos del conocimiento en la empresa no se ven afectados sino al contrario beneficiados por la ayuda que este sistema les proporcionará.</p> <p>Los expertos del conocimiento están totalmente comprometidos con el proyecto.</p> <p>El gerente de la Organización y los usuarios no rechazan esta tecnología.</p>
Viabilidad Técnica	<p>A criterio del desarrollador del proyecto, el conocimiento del experto puede ser representado mediante reglas, usando el programa para realizarlas con XFUZZY.</p> <p>- Se hará uso del programa XFFUZY para el desarrollar dichas reglas y las funciones necesarias para el sistema.</p> <p>- La Base de Conocimientos será almacenada en una base de datos MySQL, donde también están almacenados los demás datos importantes para el sistema. Esto facilitará el desarrollo de la aplicación con el programa NetBeans.</p>
Viabilidad del proyecto	<p>Desarrollar un SBC para determinar el diagnóstico de enfermedades, esto implicaría reducir el tiempo para determinar la enfermedad encontrada en el cultivo.</p>
Acciones propuestas	<p>Desarrollar un Sistema Experto para determinar el diagnóstico de enfermedades en el cultivo del banano orgánico. Mejorando la tarea de diagnóstico y dar tratamiento se conseguiría:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir el tiempo de los agrónomos Técnicos para determinar el respectivo diagnóstico sobre enfermedades encontradas en el cultivo. • Aumentaría la calidad del producto, tanto desde el punto de vista de los trabajadores como de los clientes, al reducir el tiempo para controlar la enfermedad encontrada.

2. Modelo de tareas

Tabla VII: Rescatar síntomas

Modelo de Tareas	Documento de análisis de tareas (TM - 1)
TAREA	Rescatar los síntomas visibles de la planta para determinar la enfermedad mediante la inspección ocular en el cultivo
ORGANIZACIÓN	Área de Sanidad.
OBJETIVO Y VALOR	El objetivo de esta tarea es inspeccionar las características(síntomas) que presenta la planta por las enfermedades
DEPENDENCIA Y FLUJOS	Permite el desarrollo de las demás tareas, es decir que la eficiencia de las siguientes tareas dependerá de cuán eficiente sea la información adquirida en esta etapa.
OBJETOS MANIPULADOS	Objeto de Entrada: las 10 plantas Objeto de intersección: Objeto de Salida: Registro de los síntomas que está padeciendo la plantación de Banano.
TIEMPO Y CONTROL	Frecuencia: 10 plantas Duración: Larga Precondición: Realizar la inspección ocular previamente. Postcondición: Registrar los síntomas encontrados.
AGENTES	Realizado por el Agrónomo Carlos Zapata
CONOCIMIENTO Y CAPACIDAD	Conocimiento: Manejo integrado de enfermedades Habilidad: Habilidad para determinar el tipo de enfermedad que está padeciendo la planta.
CALIDAD Y EFICIENCIA	Que el resultado de la inspección ocular por parte del agrónomo técnico sea positivo y correcto.

Tabla VIII: Priorizar complejidad de afectación

Modelo de Tareas	Documento de análisis de tareas (TM - 1)
TAREA	Priorizar la complejidad de afectación de enfermedades encontradas.
ORGANIZACIÓN	Área de Sanidad.
OBJETIVO Y VALOR	El objetivo de esta tarea es Evaluar la existencia de enfermedades descartadas en la tarea anterior. El valor de esta tarea es brindar resultados correctos sobre las existencias de enfermedades encontradas para poder pasar a la siguiente tarea.
DEPENDENCIA Y FLUJOS	Permite el desarrollo de las demás tareas, es decir que la eficiencia de las siguientes tareas dependerá de cuán eficiente sea la información adquirida en esta etapa.
OBJETOS MANIPULADOS	Objeto de Entrada: lista de enfermedades encontradas en las tareas anteriormente ejecutadas. Objeto de intermedio: Estadísticas de las enfermedades que producen más rápido la afectación al cultivo. Objeto de Salida: De La priorización de control de enfermedades encontradas.
TIEMPO Y CONTROL	Frecuencia: 10 plantas Duración: Corta Precondición: Registrado las enfermedades encontradas. Postcondición: La priorización de control para las enfermedades halladas.
AGENTES	Realizado por el Agrónomo Carlos Zapata
CONOCIMIENTO Y CAPACIDAD	Conocimiento: Control Biológico de las enfermedades Habilidad: Habilidad para priorizar las enfermedades por medio de indicadores.
CALIDAD Y EFICIENCIA	Que la priorización de las enfermedades provoque obtener un resultado eficiente al momento de dar la iniciativa al control con remedio orgánicos.

Tabla IX: Asignar tratamiento

Modelo de Tareas	Documento de análisis de tareas (TM - 1)
TAREA	Asignar el tratamiento ya sea de insecticidas o remedios orgánicos según lo priorizado.
ORGANIZACIÓN	Área de Sanidad.
OBJETIVO Y VALOR	El objetivo de esta tarea es Asignar el respectivo tratamiento, una vez detectada la enfermedad para salvaguardar la planta de banano orgánico para su previa producción. El valor de esta tarea es brindar el tratamiento adecuado para que no afecte a la producción de la fruta.
DEPENDENCIA Y FLUJOS	Permite el desarrollo de las demás tareas, es decir que la eficiencia de las siguientes tareas dependerá de cuán eficiente sea la información adquirida en esta etapa.
OBJETOS MANIPULADOS	Objeto de Entrada: Las 10 plantas Objeto de intermedio: Antecedentes de los tratamientos aplicados con meses de anterioridad en las respectivas enfermedades. Objeto de Salida: Los resultados esperados de acuerdo al tratamiento aplicable.
TIEMPO Y CONTROL	Frecuencia: zona A y/o Zona B cultivo de banano Duración: Larga Precondición: Determinado el respectivo diagnostico Postcondición: Los resultados esperados de acuerdo al tratamiento aplicable.
AGENTES	Realizado por el Agrónomo Carlos Zapata
CONOCIMIENTO Y CAPACIDAD	Conocimiento: Manejo de Insecticidas en Base a los grupos Toxicológicos. Protocolo de Seguridad para la aplicación de Remedios Orgánicos o Insecticidas. Habilidad: Habilidad en la asignación de diferentes insecticidas o productos orgánicos.
CALIDAD Y EFICIENCIA	El agrónomo encargado de la tarea de dar tratamiento del área de sanidad junto con sus trabajadores debe aplicar el respectivo tratamiento de acuerdo como lo establece el Agrónomo Agrícola.

Tabla X: Manejo Integrado de enfermedades

Modelo de Tareas	Formulación TM-2: Elemento de Conocimiento
Nombre	Manejo integrado de enfermedades
Poseído Por	Agrónomo técnico
Usado en	Rescatar los síntomas visibles de la planta para determinar la enfermedad mediante la inspección ocular en el cultivo
Dominio	
Naturaleza del Conocimiento	(SI/NO)
Formal, Riguroso	SI
Empírico, cuantitativo	SI
Heurístico, sentido común	SI
Altamente especializado, específico del dominio	SI
Basado en la experiencia	SI
Basado en la acción	
Incompleto	
Incierto, puede ser incorrecto	
Cambia con rapidez	SI
Difícil de verificar	
Tácito, difícil de transferir	
Forma del conocimiento	
Mental	
Papel	SI
Electrónica	SI
Habilidades	SI
Otros	
Disponibilidad del Conocimiento	
Limitaciones en tiempo	
Limitaciones en espacio	
Limitaciones de acceso	
Limitaciones de Calidad	
Limitaciones de forma	

Tabla XI: Control Biológico de las enfermedades

Modelo de Tareas	Formulación TM-2: Elemento de Conocimiento
Nombre	Control Biológico de las enfermedades
Poseído Por	Agrónomo técnico
Usado en	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Priorizar la complejidad de afectación de las enfermedades encontradas. ✓ Asignar el tratamiento ya sea de insecticidas o remedios orgánicos según lo priorizado.
Dominio	
Naturaleza del Conocimiento	(SI/NO)
Formal, Riguroso	SI
Empírico, cuantitativo	SI
Heurístico, sentido común	
Altamente especializado, específico del dominio	SI
Basado en la experiencia	SI
Basado en la acción	
Incompleto	
Incierto, puede ser incorrecto	
Cambia con rapidez	SI
Difícil de verificar	
Tácito, difícil de transferir	
Forma del conocimiento	
Mental	SI
Papel	
Electrónica	SI
Habilidades	SI
Otros	

3. Modelo de gentes

Tabla XII: Agente Agrónomo Agrícola

Modelo de Agentes	Documento de descripción de agentes (am - 1)
NOMBRE	Agrónomo Agrícola
ORGANIZACIÓN	Área de Sanidad
INVOLUCRADOS EN	Tarea 1,2,3
COMUNICADO CON	Jefe de Campo
CONOCIMIENTO	Manejo integrado de enfermedades Control Biológico de las enfermedades Manejo de Insecticidas en Base a los grupos Toxicológicos
RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES	Inspeccionar el campo Evaluar la existencia de enfermedades. Otorgar el tratamiento

ii. Nivel de concepto

En este nivel tiene como objetivo principal comprender la Organización Ana Banana SAC. Este segundo nivel se divide en la:

1. Modelo de conocimiento

En este modelo se desarrollan las tres importantes categorías del conocimiento: El conocimiento de dominio de inferencias y el de tareas.

a) Conocimiento del Dominio

Se representa el conocimiento relevante del sistema sobre el que se desarrolla el proceso de razonamiento de objeto modelado. Una explicación Básica de los elementos que componen el dominio del sistema fue detallada en el marco

teórico principales síntomas de las enfermedades del Banano Orgánico Williams.

Diagrama de conceptos

- **Síntoma:** Es la tabla que contiene como atributos los síntomas que determinan a las enfermedades.
- **Planta:** Es la clase que contiene los atributos de la planta.
- **Evaluación:** Es la clase que contiene la fecha de evaluación y la cantidad de plantas que está evaluando.
- **Antecedentes:** Es la clase que contiene las enfermedades presentadas con más frecuencia en el cultivo por zona.
- **Diagnóstico:** Contiene los diagnósticos de la planta.
- **Tratamiento:** Esta clase contiene los insecticidas o productos agrícolas a aplicar.

Para representar el conocimiento abstracto se hará uso del nivel dominio mediante el cual se obtienen reglas. La siguiente figura muestra una parte del razonamiento que se sigue para determinar el diagnóstico de las enfermedades en las primeras etapas.

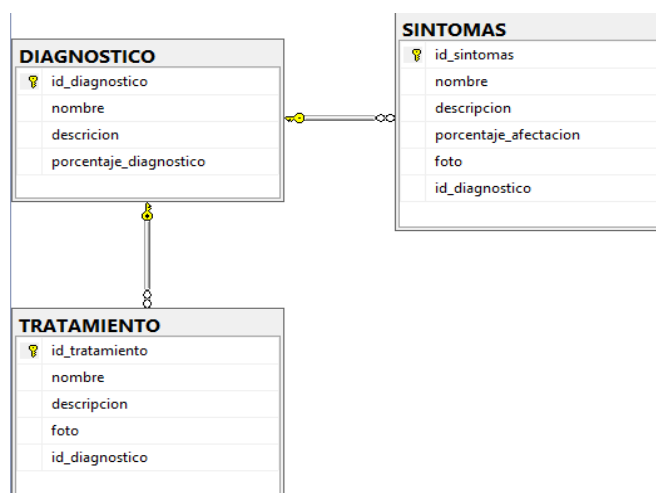


Figura 3 Diagrama de base de datos

```

//creacion de la base de datos
Create database bd_proyecto
//creación de la tabla DIAGNOSTICO
create table DIAGNOSTICO(
id_diagnostico int identity not null,
nombre varchar(50) not null,
descripcion varchar(200) not null,
porcentaje_diagnostico varchar(50) not null,
primary key (id_diagnostico)
)
//creacion de la table SINTOMAS
create table SINTOMAS (
id_sintomas int identity not null,
nombre varchar(4) not null,
descripcion varchar(200) not null,
porcentaje_afectacion int not null,
foto varchar(200) not null,
id_diagnostico int,
primary key (id_sintomas),
foreign key (id_diagnostico) references DIAGNOSTICO
(id_diagnostico)
)
//creación de la tabla TRATAMIENTO
create table TRATAMIENTO(
id_tratamiento int identity not null,
nombre varchar(50) not null,
descripcion varchar(200) not null,
foto varchar(200) null,
id_diagnostico int,
primary key (id_tratamiento),
foreign key (id_diagnostico) references
DIAGNOSTICO(id_diagnostico)
)

```


REGLAS PARA EL DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES

Tabla XIII: Sigatoka Negra

VARIABLES	NOMBRE	VALORES	Diagnostico
S1	Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón, de 1 mm de longitud, denominadas pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas.	Pequeñas_lesiones_blanco_amarillento_a_marrón	Sigatoka Negra en Estadio 1
S2	Rayas o estrías cloróticas de 3-4 mm de longitud por 1 mm de ancho, de color marrón.	Rayas_cloroticas_de_longitud_color_marrón	Sigatoka Negra en Estadio 2
S3	Las rayas o estrías se alargan y amplían dando la impresión de haber sido pintadas con pincel, sin bordes definidos y de color café, que pueden alcanzar hasta 2 cm de longitud.	Rayas_alargan_y_amplian_color_cafe_longitud_2cm	Sigatoka Negra en Estadio 3
S4	Manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz.	manchas_ovalas_color_cafe_envés	Sigatoka Negra en Estadio 4
S5	Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento y centro seco y semihundido.	Manchas_negras_redondas	Sigatoka Negra en Estadio 5
S6	Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara, rodeadas de tejido clorótico.	Manchas_secas_coloracion_marrón	Sigatoka Negra en Estadio 6
S7	la hoja se ennegrece, seca y muere dentro de las 3 ó 4 semanas	Hoja_engrese_seca_muere	Infección muy severa

Tabla XIV: Regla N° 1 Sigatoka Negra en estadio 1

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [18] y [19] “Si la hoja presenta Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón, de 1 mm de longitud, denominadas pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas.” entonces presenta Sigatoka Negra en Estadio 1.
Formulación Externa de la Regla	SI S1= ‘Pequeñas_lesiones_blanco_amarillento_a_marrón’ Entonces “Sigatoka Negra en Estadio 1”
Regla	Sigatoka Negra en Estadio 1

Tabla XV: Regla N° 2 Sigatoka Negra en estadio 2

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [18] y [19] “Si La hoja presenta Rayas o estrías cloróticas de 3–4 mm de longitud por 1 mm de ancho, de color marrón.” entonces presenta Sigatoka Negra en Estadio 2.
Formulación Externa de la Regla	SI S2= ‘Rayas_cloroticas_de_longitud_color_marron’ Entonces “Sigatoka Negra en Estadio 2”
Regla	Sigatoka Negra en Estadio 2

Tabla XVI: Regla N° 3 Sigatoka Negra en estadio 3

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [18] y [19] “Si Las rayas o estrías se alargan y amplían dando la impresión de haber sido pintadas con pincel, sin bordes definidos y de color café, que pueden alcanzar hasta 2 cm de longitud.” entonces presenta Sigatoka Negra en Estadio 3.
Formulación Externa de la Regla	SI S3= ‘Rayas_alargan_y_amplian_color_cafe_longitud_2cm’ Entonces “Sigatoka Negra en Estadio 3”
Regla	Sigatoka Negra en Estadio 3

Tabla XVII: Regla N° 4 Sigatoka Negra en estadio 4

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [18] y [19]“Si la hoja presenta Manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz.” entonces presenta Sigatoka Negra en Estadio 4.
Formulación Externa de la Regla	SI S4= ‘Manchas_ovalas_color_cafe_enves’ Entonces “Sigatoka Negra en Estadio 4”
Regla	Sigatoka Negra en Estadio 4

Tabla XVIII: Regla N° 5 Sigatoka Negra en estadio 5

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [18] y [19]“Si la hoja presenta Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento y centro seco y semihundido” entonces presenta Sigatoka Negra en Estadio 5.
Formulación Externa de la Regla	SI S5= ‘Manchas_negras_redondas’ Entonces “Sigatoka Negra en Estadio 5”.
Regla	Sigatoka Negra en Estadio 5

Tabla XIX: Regla N° 6 Sigatoka Negra en estadio 6

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [18] y [19] “Si la hoja presenta Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara, rodeadas de tejido clorótico.” entonces presenta Sigatoka Negra en Estadio 6.
Formulación Externa de la Regla	SI S6= ‘Manchas_secas_colorazion_marron’ Entonces “Sigatoka Negra en Estadio 6.
Regla	Sigatoka Negra en Estadio 6

Tabla XX: Regla N° 7 Infección muy severa

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [20]"Si la hoja se ennegrece, seca y muere dentro de las 3 ó 4 semanas" entonces presenta Infección muy severa.
Formulación Externa de la Regla	SI S7= 'Hoja_engrese_seca_muere' Entonces "Infección muy severa
Regla	Infección muy severa

Tabla XXI: Enfermedad Sigatoka Amarilla

VARIABLES	NOMBRE	VALORES	Diagnostico
S8	pequeño punto amarillo que aparece en el haz de las hojas	Pequeño_punto_amarillo	Sigatoka Amarilla en Estadio 1
S9	raya de color verde claro que aparece en el haz de las hojas.	Raya_color_verde_claro	
S10	los puntos se estiran en rayas amarillas de 3-4 mm; etapa óptima para el tratamiento.	Puntos_estiran_Rayas_amarillas_3_4_mm	Sigatoka Amarilla en Estadio 2
S11	las rayas se extienden transformándose en manchas, el centro toma un color rojizo	Rayas_transformacion_manchas_centro_rojizo	Sigatoka Amarilla en Estadio 3
S12	la mancha llega a su tamaño final (12-15 mm por 2-5 mm) y está rodeada por una zona amarilla. El centro es de color café oscuro u negro.	Mancha_tamaño_final_rodeada	Sigatoka Amarilla en Estadio 4
S13	la zona central de la mancha se seca y adquiere un color grisáceo bordeado de negro y rodeado por un halo amarillo. La lesión se llama necrosis. A esta etapa aparecen las ascosporas que serán diseminadas por el viento	Zona_central_mancha_seca_color	Sigatoka Amarilla en Estadio 5

Tabla XXII: Regla N° 8 Sigatoka Amarilla en estadio 1

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [19]“Si la hoja presenta pequeño punto amarillo o raya de color verde claro que aparece en el haz de las hojas” entonces presenta Infección muy severa.
Formulación Externa de la Regla	SI S8= ‘Pequeño_punto_amarillo’ OR S9=’ Raya_color_verde claro’ Entonces “Sigatoka Amarillo en Estadio 1”
Regla	Sigatoka Amarilla en Estadio 1

Tabla XXIII: Regla N° 9 Sigatoka Amarilla en estadio 2

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [19] “Si los puntos se estiran en rayas amarillas de 3-4 mm” entonces presenta Infección muy severa.
Formulación Externa de la Regla	SI S10= ‘Puntos_estiran_Rayas_amarillas_3_4_mm’ Entonces “Sigatoka Amarilla en Estadio 2”
Regla	Sigatoka Amarilla en Estadio 2

Tabla XXIV: Regla N° 10 Sigatoka Amarilla en estadio 3

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [19]“Si las rayas se extienden transformándose en manchas, el centro toma un color rojizo” entonces presenta Sigatoka Amarilla en Estadio 3.
Formulación Externa de la Regla	SI S11= ‘Rayas_transformacion_manchas_centro_rojizo’ Entonces “Sigatoka Amarilla en Estadio 3”
Regla	Sigatoka Amarilla en Estadio 3

Tabla XXV: Regla N° 11 Sigatoka Amarilla en estadio 4

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [19] “Si la mancha llega a su tamaño final (12-15 mm por 2-5 mm) y está rodeada por una zona amarilla. El centro es de color café oscuro u negro.” entonces presenta Sigatoka Amarilla en Estadio 4.

Formulación Externa de la Regla	SI S12= 'Mancha_tamaño_final_rodeada' Entonces "Sigatoka Amarilla en Estadio 4"
Regla	Sigatoka Amarilla en Estadio 4

Tabla XXVI: Regla N° 12 Sigatoka Amarilla en estadio 5

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [19] "la zona central de la mancha se seca y adquiere un color grisáceo bordeado de negro y rodeado por un halo amarillo." entonces presenta Sigatoka Amarilla en Estadio 5.
Formulación Externa de la Regla	SI S13= 'Zona_central_mancha_seca_color' Entonces "Sigatoka Amarilla en Estadio 5"
Regla	Sigatoka Amarilla en Estadio 5

Tabla XXVII: Enfermedad Virosis Bunchy Top

VARIABLES	NOMBRE	VALORES	Diagnostico
S14	aparición de roseta, con hojas angostas, verticales y progresivamente más corta	Apariencia_roseta_con_hojas_angostas	Virosis Bunchy top del banano con síntomas avanzados
S15	Los bordes de las hojas generalmente se enrollan hacia arriba y muestran un amarillamiento marginal.	Bordes_hojas_enrollan	
S16	rayas de color verde oscuro en la hoja	Rayas_color_verde_oscuro	Virosis Bunchy top del banano con síntomas usuales
S17	rayas a lo largo de las venas más pequeñas de la hoja, las cuales forman como ganchos a medida que llegan al borde de la nervadura central	Rayas_a_lo_largo_venas	

Tabla XXVIII: Regla N° 13 VBT con síntomas avanzados

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [19] “la hoja presenta apariencia de roseta, con hojas angostas, verticales y progresivamente más corta y Los bordes de las hojas generalmente se enrollan hacia arriba y muestran un amarillamiento marginal.” entonces presenta Virosis Bunchy top del banano con síntomas avanzados.
Formulación Externa de la Regla	SI S14= ‘Apariencia_roseta_con_hojas_angostas’ AND S15= ‘ Bordes_hojas_enrollan’ Entonces “Virosis Bunchy top del banano con síntomas avanzados”
Regla	Virosis Bunchy top del banano con síntomas avanzados

Tabla XXIX: Regla N° 14 VBT con síntomas usuales

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [19] “la hoja presenta rayas de color verde oscuro y rayas a lo largo de las venas más pequeñas de la hoja, las cuales forman como ganchos a medida que llegan al borde de la nervadura central.” entonces presenta Virosis Bunchy top del banano con síntomas usuales.
Formulación Externa de la Regla	SI S16= ‘Rayas_color_verde_oscuro’ AND S17= ‘Rayas_a_lo_largo_venas’ Entonces “Virosis Bunchy top del banano con síntomas usuales”
Regla	Virosis Bunchy top del banano con síntomas usuales

Tabla XXX: Enfermedad de Mosaico

VARIABLES	NOMBRE	VALORES	Diagnostico
S18	clorosis y mosaico foliar.	Clorosis_mosaico_foliar	Enfermedad del mosaico del banano (CMV)
S19	deformación de hojas	Deformacion_hojas	
S20	amarillamiento y necrosis de la hoja cigarro.	amarillento_necrosis_hoja_cigarro	
S21	podredumbre del pseudotallo	Podrision_pseudotallo	
S22	muerte de la planta.	Muerte_planta	Enfermedad del mosaico del banano (CMV) en caso severo

Tabla XXXI: Regla N° 15 Mosaico

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [21] “la planta presenta clorosis y mosaico foliar, deformación de hojas, amarillamiento y necrosis de la hoja cigarro en algunos aislamientos del CMV y pudrición del pseudotallo” entonces presenta Virosis Enfermedad del mosaico del banano (CMV).
Formulación Externa de la Regla	SI S18= ‘Clorosis_mosaico_foliar AND S19= ‘Deformación_hojas’ OR S20= ‘amarillento_necrosis_hoja_cigarro’ AND S21= ‘Pudrision_pseudotallo’ Entonces “Enfermedad del mosaico del banano (CMV)”
Regla	Enfermedad del mosaico del banano (CMV)

Tabla XXXII: Regla N° 16 Mosaico en caso severo

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [21] “la planta presenta muerte de la planta” entonces presenta Enfermedad del mosaico del banano (CMV) en caso severo. Entonces Enfermedad del mosaico del banano (CMV) en caso severo.
Formulación Externa de la Regla	SI S22= ‘Muerte_planta’ Entonces “Enfermedad del mosaico del banano (CMV) en caso severo”
Regla	Enfermedad del mosaico del banano (CMV) en caso severo

Tabla XXXIII: Enfermedad Mal de Panamá

VARIABLES	NOMBRE	VALORES	Diagnostico
S23	amarillamiento y marchitez de las hojas más viejas.	Amarillamiento_marchitez_hojas_viejas	Enfermedad Mal de Panamá
S24	decoloración del rizoma.	Decoloracion_rizoma	
S25	necrosis interna del pseudotallo.	Necrosis_interna_pseudotallo	
S26	agrietamiento longitudinal en la base	Pudrision_pseudotallo	
S27	Muerte_planta	Muerte_planta	

Tabla XXXIV: Regla N° 17 Mal Panamá iniciando

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [22] “la planta presenta amarillamiento y marchitez de las hojas más viejas y avanza a las 14 hojas más jóvenes.” Entonces Enfermedad Mal de Panamá iniciando
Formulación Externa de la Regla	SI S23= ‘Amarillamiento_marchitez_hojas_viejas’ Entonces “Enfermedad Mal de Panamá iniciando”
Regla	Enfermedad Mal de Panamá iniciando

Tabla XXXV: Regla N° 18 Mal de Panamá

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [22] “la planta presenta decoloración del rizoma, necrosis interna del pseudotallo y agrietamiento longitudinal en la base. Al morir la planta queda erguida y descolorida la hoja bandera.” Entonces Enfermedad Mal de Panamá
Formulación Externa de la Regla	SI S24= ‘Decoloracion_rizoma’ AND S25= ‘Necrosis_interna_pseudotallo’ AND S26= ‘Pudrision_pseudotallo’ AND S27= ‘Muerte_planta’ Entonces “Enfermedad Mal de Panamá”
Regla	Enfermedad Mal de Panamá

Tabla XXXVI: Enfermedad Mancha Jonston

VARIABLES	NOMBRE	VALORES	Diagnostico
S28	manchas redondas hendidas	Manchas_redondas_hendidas	Enfermedad Mancha Jonston
S29	zona café rojiza que rodea el centro hundido de la lesión, fuera de ésta se detecta un área verde acuosa	Zona_cafe_rojiza_que_rod_uea_lesion	
S30	el centro de la lesión se raja y no afecta normalmente la pulpa	Centro_lesion_se_raja	

Tabla XXXVII: Regla N° 19 Mancha Jonston

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [23] “la fruta presenta manchas redondas hendidas que originan una zona café rojiza que rodea el centro hundido de la lesión, fuera de ésta se detecta un área verde acuosa, el centro de la lesión se raja y no afecta normalmente la pulpa.” Entonces Enfermedad Mancha Jonston
Formulación Externa de la Regla	SI S28= ‘Manchas_redondas_hendidas’ AND S29= ‘Zona_cafe_rojiza_que_rod_uea_lesion’ AND S30= ‘Centro-lesion_se_raja’ Entonces “Enfermedad Mancha Jonston”
Regla	Enfermedad Mancha Jonston

Tabla XXXVIII: Enfermedad Diamante

CODIGO	NOMBRE	Valores	Diagnostico
S31	Son lesiones ovaladas en forma de rombo	Lesiones_ovaladas_forma_rombo	Enfermedad Diamante
S32	una rajadura longitudinal rodeada de un aro amarillento	Rajadura_longitudinal_rod_uea_a_ro_amarillento	
S33	el tejido se torna negro	Tejido_torna_negro	

Tabla XXXIX: Regla N° 20 Diamante

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [23] “la fruta presenta lesiones ovaladas en forma de rombo que pueden aparecer en cualquier parte del dedo, dando como resultado que las células infectadas no se pueden expandir como lo hacen las células sanas, lo que provoca una rajadura longitudinal rodeada de un aro amarillento y con el tiempo el tejido se torna negro, alcanzando hasta una pulgada, con mayor tamaño en el centro.” Entonces Enfermedad Diamante
Formulación Externa de la Regla	SI S31= ‘Lesiones_ovaladas_forma_rombo’ AND S32= ‘Rajadura_longitudinal_rodeada_aro_amarillento’ AND S33= ‘Tejido_torna_negro’ Entonces “Enfermedad Diamante”
Regla	Enfermedad Diamante

Tabla XL: Enfermedad Moquillo

CODIGO	NOMBRE	VALORES	Diagnostico
S34	deformaciones en las puntas (pico de botella)	Deformaciones_puntas	Enfermedad moquillo
S35	dedos más pequeños y alargados con respecto a otros	Dedos_pequeños_y_alargados	
S36	al partir un dedo en forma transversal se alcanza a observar un necrosamiento de la pulpa.	Necrosamiento_pulpa	

Tabla XLI: Regla N° 21 Moquillo

ESTADO DE LA REGLA	TEXTO DE LA REGLA
Palabras del Experto	En base a [22] “los dedos presentan deformaciones en las puntas (pico de botella) y/o dedos más pequeños y alargados con respecto a otros de manos sanas. El principal síntoma se da cuando al partir un dedo en forma transversal se alcanza a observar un necrosamiento de la pulpa.” Entonces Enfermedad moquillo
Formulación Externa de la Regla	SI S34= ‘Deformaciones_puntas AND S35= ‘Dedos_pequeños_y_alargados’ AND S36= ‘Necrosamiento_pulpa’ Entonces “Enfermedad moquillo”
Regla	Enfermedad moquillo

2. Modelo de comunicación

En este modelo se representan los resultados de la ejecución por parte de un agente como objetos de información los cuales debe suministrar a otros agentes.

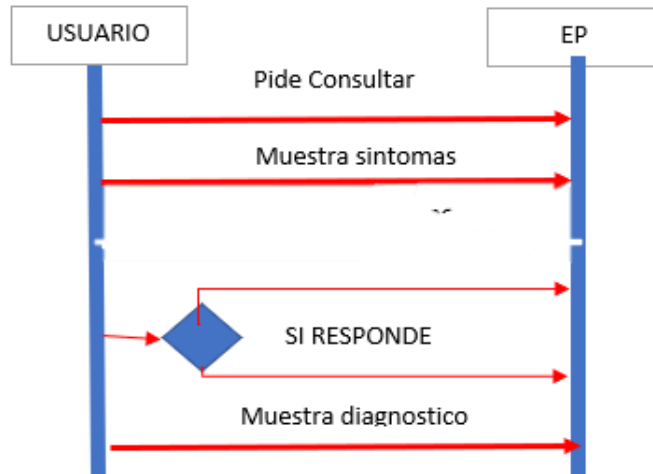


Figura 4: Modelo de comunicación
Modelo de Comunicación CM-1

iii. Nivel de Implementación

1. Modelo de diseño

En este modelo se pretende dar a conocer la funcionalidad del sistema conjuntamente con el diseño de interfaces. Se implemento un Sistema experto para determinar el Diagnóstico de enfermedades. Al iniciar el SBC se presenta una interfaz de Bienvenida al Sistema. Lo veremos a continuación en la siguiente ventana:

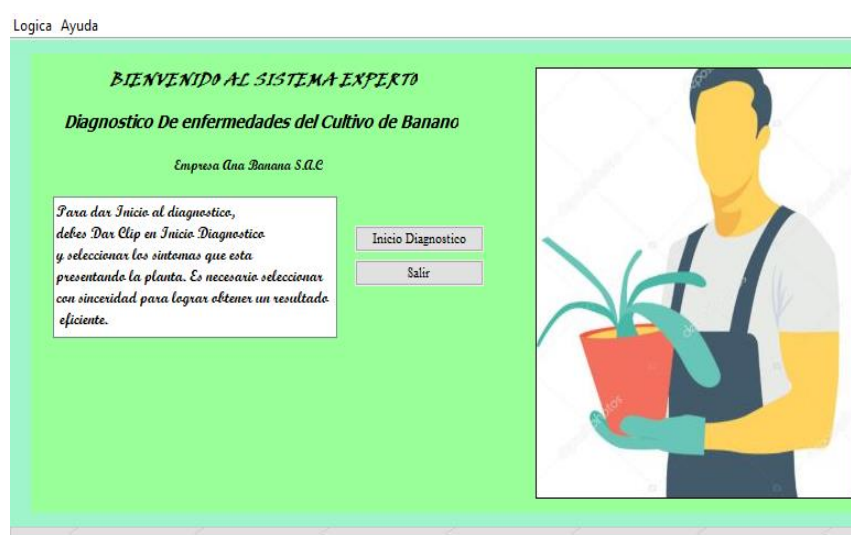


Figura 5: Bienvenida al Sistema Experto

El usuario encargado del sistema experto para diagnosticar las enfermedades, inicia el Diagnostico y se presenta una lista de síntomas como lo veremos en las siguientes tablas:

Modelo de comunicación	Hoja de trabajo CM-1
Nombre	Pide consultar
Información	Síntomas seleccionados Antecedentes mostrados por zona
Involucrados	Usuario- Ep(Agente experto de plantas)
Restricciones	El usuario deberá seleccionar algunas de las opciones de síntomas presentados para que el sistema experto puede actuar.
Especificaciones del intercambio de información	Esta transición esta compuesta por un mensaje que muestra los síntomas seleccionados, el diagnostico y el respectivo tratamiento.

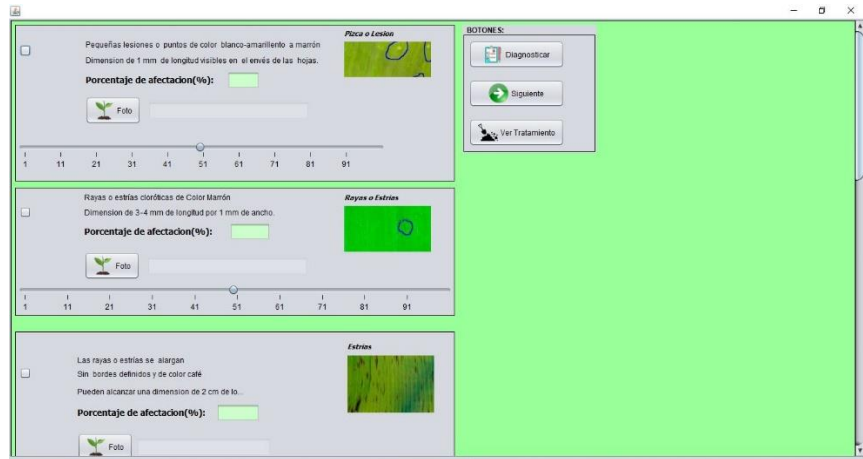


Figura 6: Lista sintomatología 1

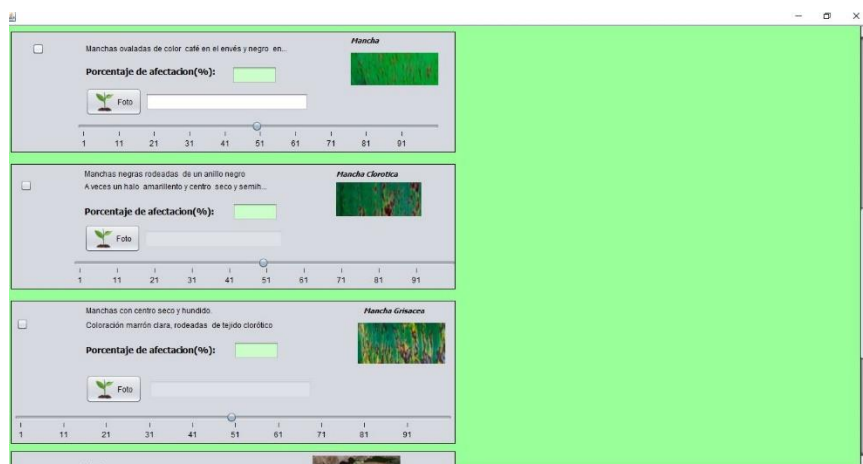


Figura 7: Lista de sintomatología 2



Figura 8: Lista de sintomatología 3

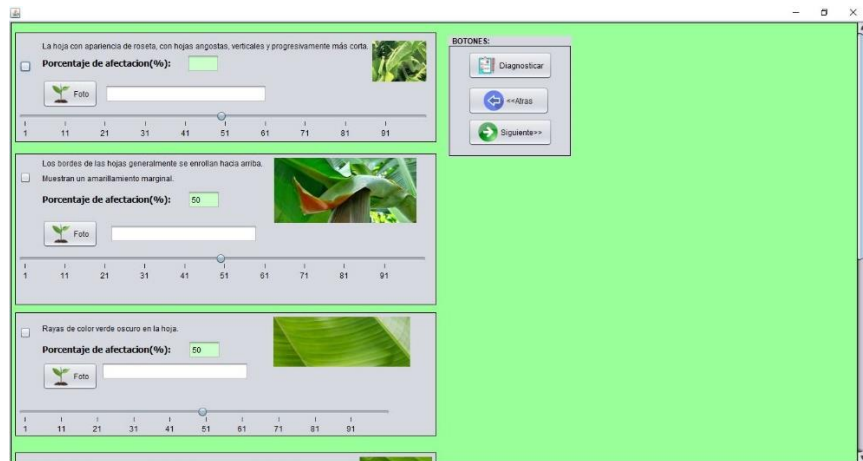


Figura 9: Lista de sintomatología 4

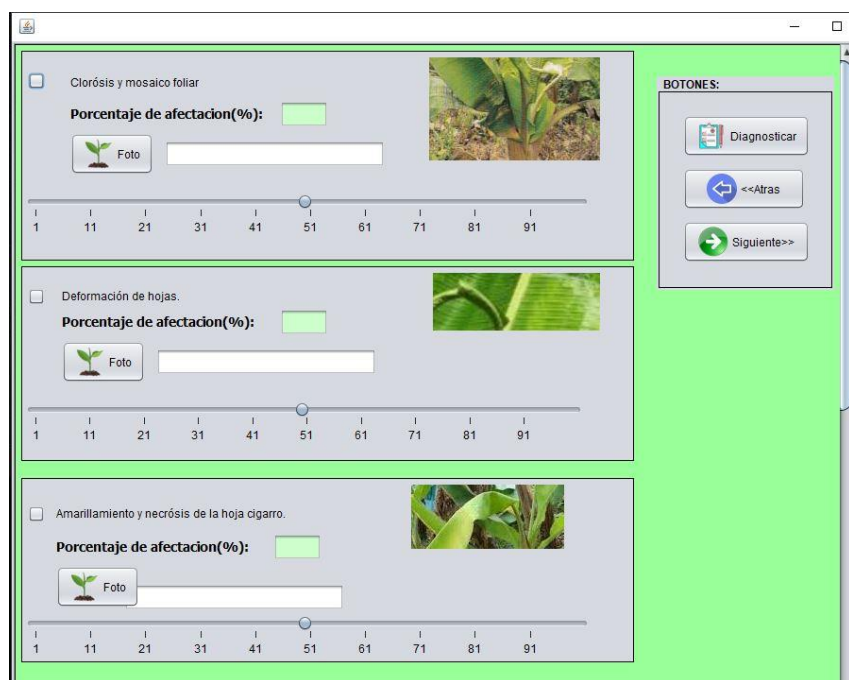


Figura 10: Lista de sintomatología 5

The image shows a software interface for diagnosing plant symptoms. It consists of four main sections, each for a different symptom, and a control panel on the right.

- Symptom 1:** "Amarillamiento y marchitez de las hojas más viejas". The "Porcentaje de afectación(%)" is set to 0. There is a "Foto" button and a slider ranging from 1 to 91.
- Symptom 2:** "Decoloración del rizoma". The "Porcentaje de afectación(%)" is set to 50. There is a "Foto" button and a slider ranging from 1 to 91.
- Symptom 3:** "Necrosis interna del pseudotallo". The "Porcentaje de afectación(%)" is set to 50. There is a "Foto" button and a slider ranging from 1 to 91.
- Symptom 4:** "Agrietamiento longitudinal en la base". The "Porcentaje de afectación(%)" is set to 50. There is a "Foto" button and a slider ranging from 1 to 91.

On the right side, there is a panel labeled "BOTONES" containing three buttons: "Diagnosticar", "<<Atras", and "Siguiete>>".

Figura 11: Lista de sintomatología 6



Figura 12: Lista de sintomatología 8



Figura 13: Lista de sintomatología 9

El usuario selecciona los síntomas rescatados de la inspección del campo en el sistema. Luego solicita al sistema le otorgue un diagnóstico. El sistema experto le muestra las siguientes ventanas:



Figura 14: Diagnóstico

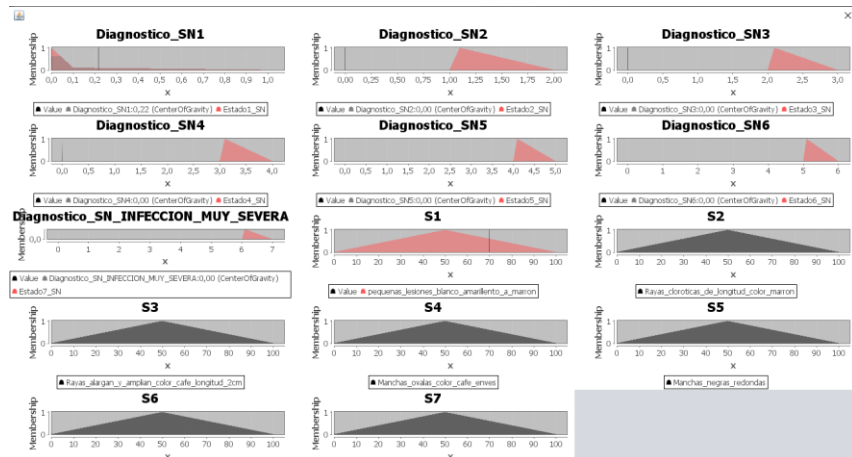


Figura 15: Grafica Diagnóstico

En la Figura 17, el sistema experto nos muestra el Diagnóstico de enfermedades según al síntoma(as) seleccionados, este SE está basado a la lógica difusa. Esta representación gráfica se realiza gracias a la lógica que clasifica y otorga ponderación de esta, mediante estos datos podemos valorar si es leve, grave, muy crítico la enfermedad que se diagnosticó.

b. En base a los objetivos de la investigación

La obtención de resultados en base a los objetivos se realiza de la siguiente manera: Se presentan los síntomas por medio de una llamada, el ingeniero a cargo de la evaluación del funcionamiento del sistema experto. Recibe verbalmente los síntomas presentados en el sistema basado al conocimiento de los expertos fitopatólogos. Al seleccionar los síntomas que presenta la planta en la zona A. Diagnostica distintas posibles enfermedades atacantes al cultivo que tiene como responsabilidad el ingeniero Agrónomo de prevenir el aumento de presencia de mas enfermedades y de las encontradas según el recorrido que realizo dicho responsable.

i. Emular el conocimiento humano con la formulación de reglas difusas

Se realizo la emulación del Sistema Experto, tomándose los síntomas observados del Agrónomo con los síntomas presentados en el sistema basado en conocimiento de los expertos fitopatólogos. Para ello le presentaremos las siguientes ventanas de obtención de resultados.

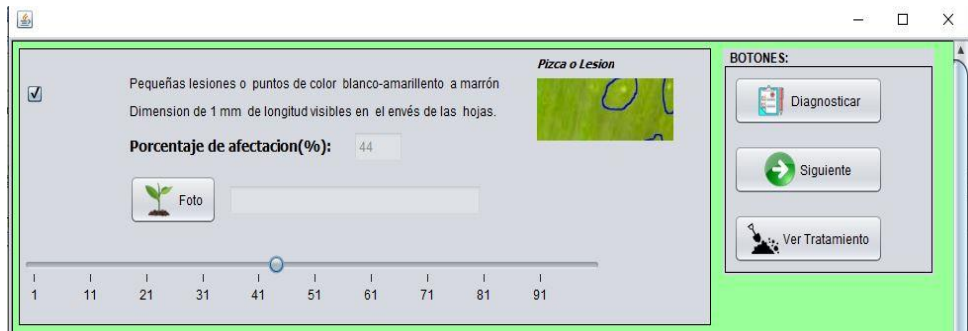


Figura 16: Sintomatología 1



Figura 17: Resultado de Sintomatología 1

En la Fig. 16 y 17, se muestra la simulación del conocimiento en el SE por medio de interfaces diseñadas para que el usuario interactúe fácilmente con el SBC. El SE muestra una lista de síntomas, el encargado de la detección de enfermedades, seleccionaría los posibles síntomas que puede rescatar a simple vista en el campo. Entonces el trabajo interno del SE es brindarle un posible diagnostico de la enfermedad detectada.

id_diagnostico	nombre	porcentaje_dia...	fecha	nombre
2289	Diagnostico_diama...	0.1990053187493652	2020-06-22	BIEN
2290	Diagnostico_moquillo	0.2645676955494304	2020-06-22	DEFICIENTE
2291	Diagnostico_SN1	0.2513499345594818	2020-06-23	BIEN
2300	Diagnostico_SA1	0.2214446330965251	2020-06-23	BIEN
2301	Diagnostico_SA2	1.443529411764691	2020-06-23	DEFICIENTE
2302	Diagnostico_SA3	2.3971428571428683	2020-06-23	BIEN
2303	Diagnostico_SA4	3.38735353535352	2020-06-23	DEFICIENTE
2307	Diagnostico_SA5	4.375555555555555	2020-06-23	BIEN
2308	VB_T_SINTOMAS_...	0.21374455899198144	2020-06-23	BIEN
2309	VB_T_SINTOMAS_...	1.3873535353535302	2020-06-23	MAL
2311	DIAGNOSTICO_M...	0.20354449956031775	2020-06-23	BIEN
2312	MOSAICO_SEVERO	1.392078431372574	2020-06-23	DEFICIENTE
2313	Diagnostico_mal_p...	0.21374455899198144	2020-06-23	BIEN
2314	Diagnostico_mal_p...	1.4171601731601668	2020-06-23	BIEN
2315	Diagnostico_manc...	0.2554767646452279	2020-06-23	BIEN
2316	Diagnostico_diama...	0.21059084345835516	2020-06-23	DEFICIENTE
2318	Diagnostico_diama...	0.20354449956031775	2020-06-23	DEFICIENTE
2319	Diagnostico_moquillo	0.2554767646452279	2020-06-23	BIEN
2320	Diagnostico_SN1	0.223688990818778	2020-06-24	BIEN
2321	Diagnostico_SN2	1.3772459016393457	2020-06-24	BIEN

Figura 18: Datos obtenidos de los 5 días

En la Fig. 18, se presenta el listado de diagnósticos presentados por cada día de prueba del SE. Conjuntamente con su porcentaje de afectación según el diagnostico establecido. Además, que se obtiene la fiabilidad del diagnostico por tres niveles como son: Bien, Mal y Deficiente.

ii. Validar la fiabilidad y la seguridad del sistema con la lógica difusa.

Este objetivo se llevó a cabo por una semana teniendo en cuenta 5 días laborables en la Empresa. Se manifiesta en la Fig. 23 que el sistema experto tiene un 100% de fiabilidad con sus datos obtenidos a la semana y la seguridad de los datos ya que son reales y almacenados en una base de datos MySQL. En la Fig. 19, se muestra la fiabilidad de los datos obtenidos en el día 1 son de 71% aprox, en la Fig. 20, tenemos una fiabilidad diaria del día 2 de 62%, en la Fig. 21, vemos la fiabilidad diaria del día 3 de un 59%, en la Fig. 22, se visualiza un porcentaje de 50 % de fiabilidad diaria al día 4 mientras que en la Fig.23, la fiabilidad diaria del día 5 es 78% aprox.

Para ello le presentaremos las siguientes ventanas de obtención de resultados.

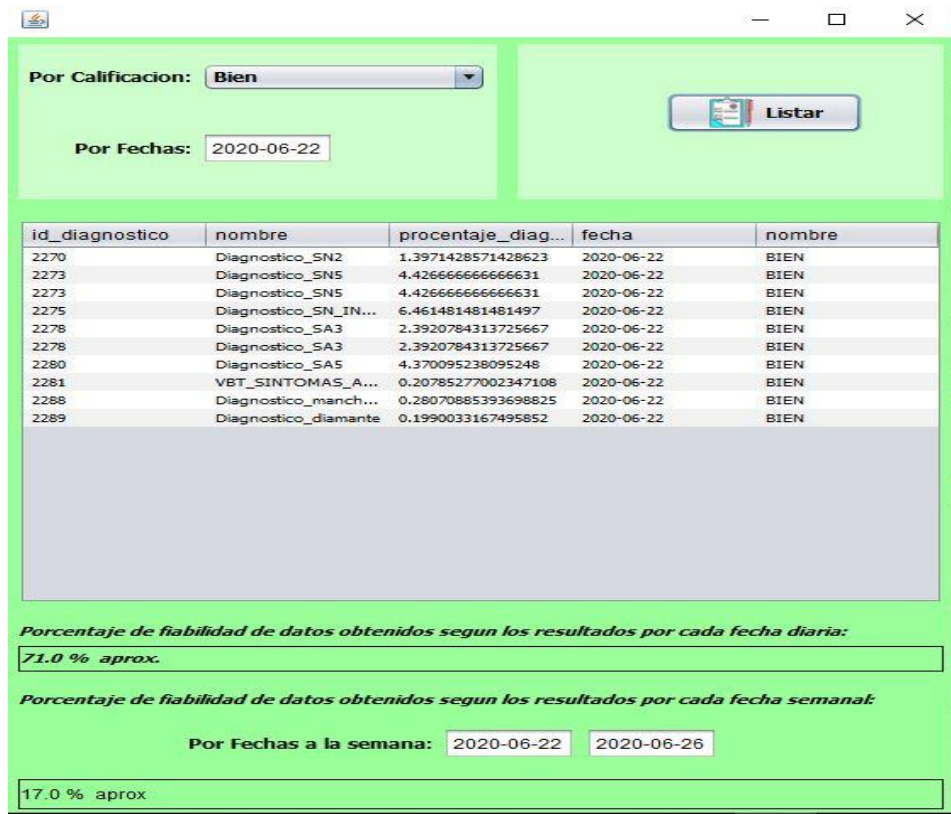


Figura 19: Fiabilidad día 1

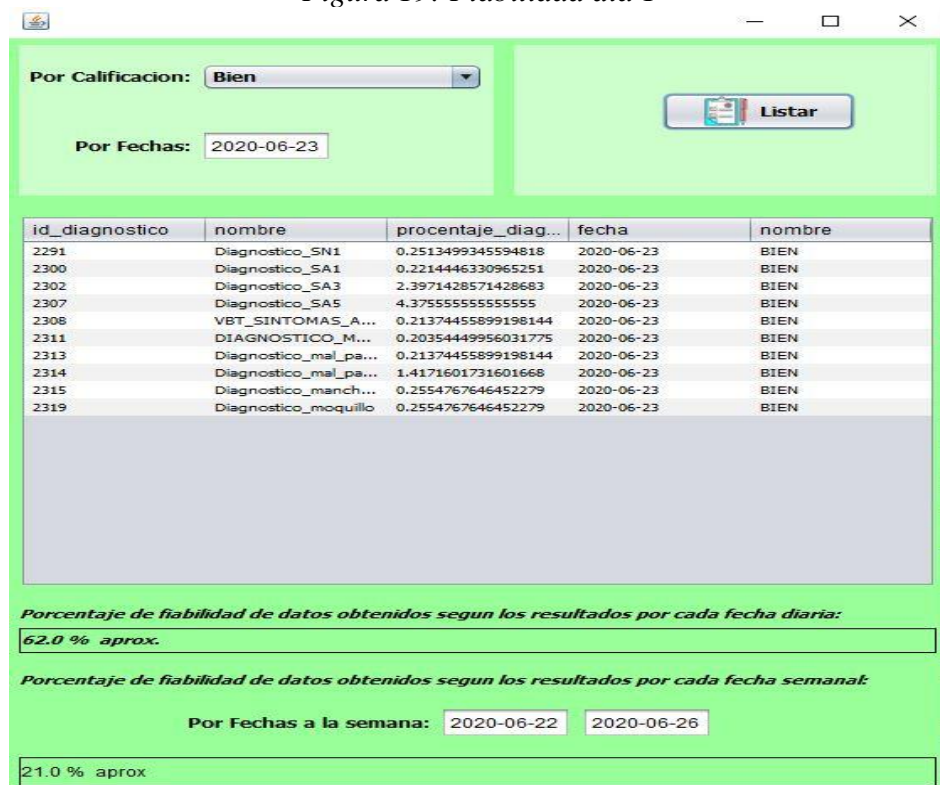


Figura 20: Fiabilidad día 2

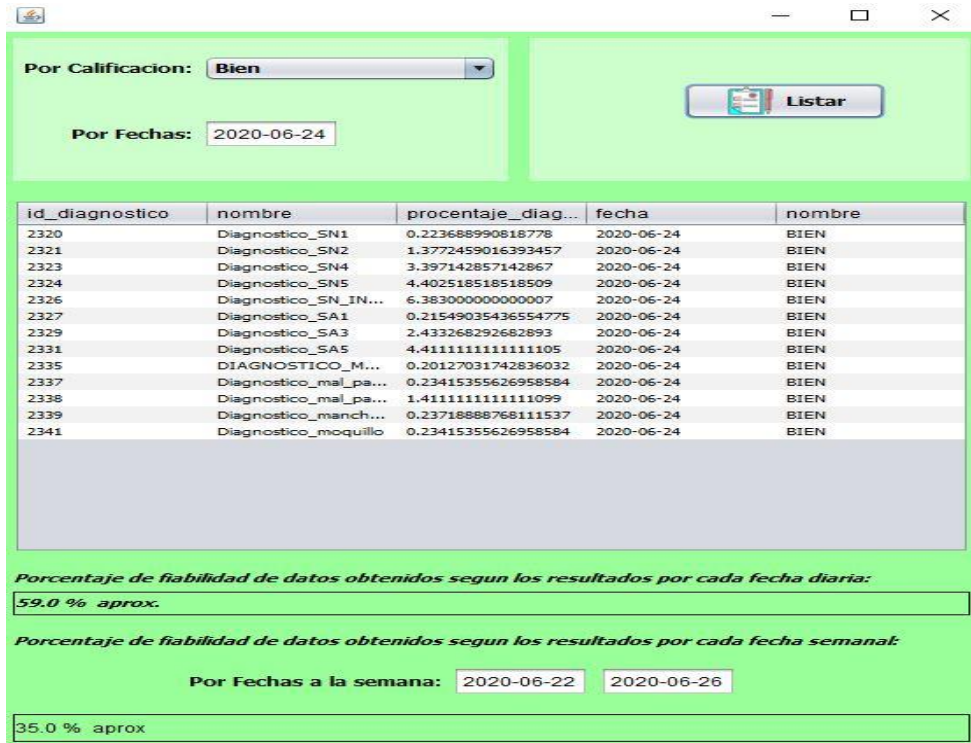


Figura 21: Fiabilidad día 3

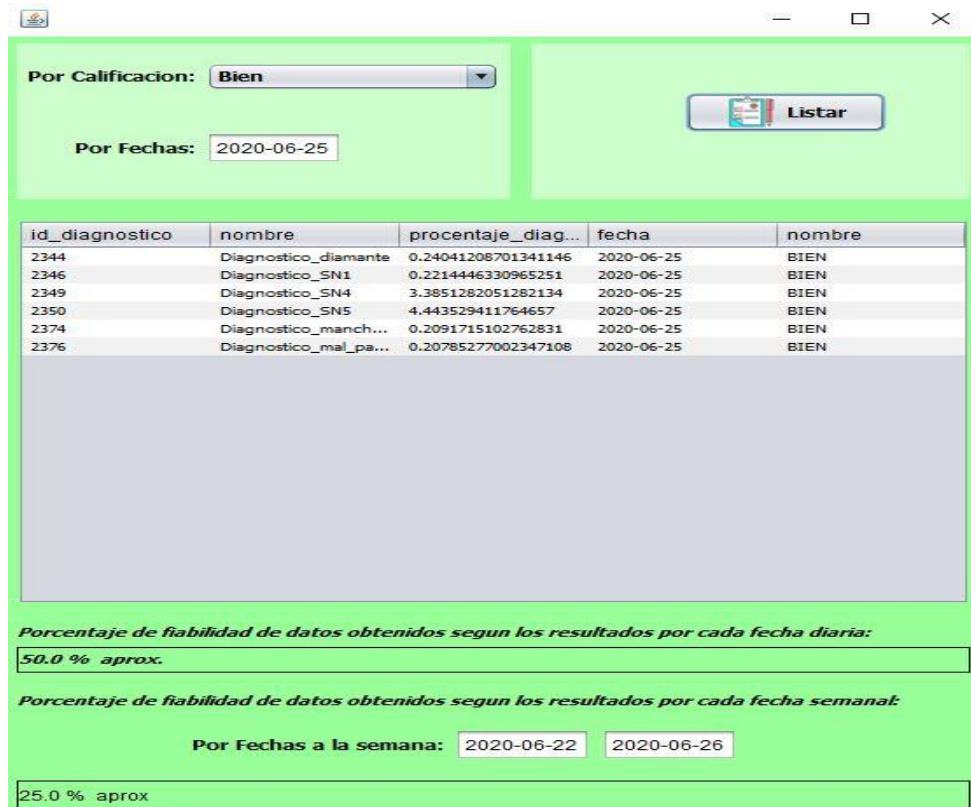


Figura 22: Fiabilidad día 4

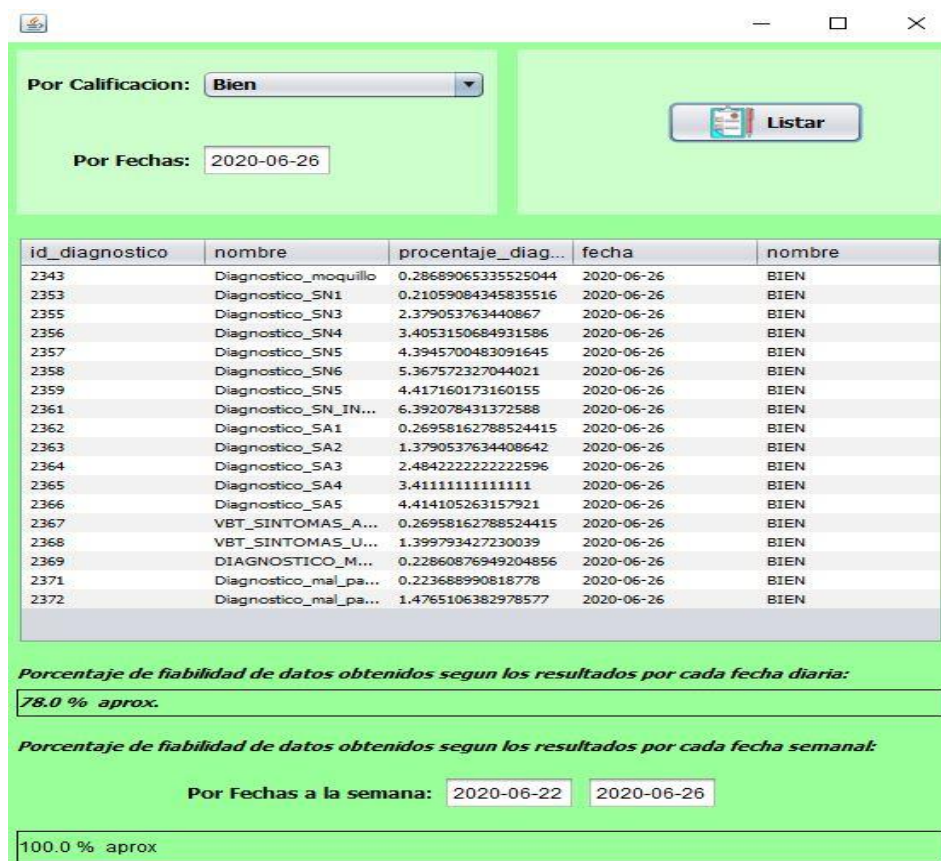


Figura 23: Fiabilidad día 5

iii. Verificar el control de las detecciones de enfermedades a través de los resultados obtenidos.

Este objetivo se comprobó con la cantidad de detecciones de diagnóstico de enfermedades acordes a los síntomas observados del campo por el responsable del área de sanidad. Se realizará una comparación de resultados obtenidos de cada día según el plazo establecido.

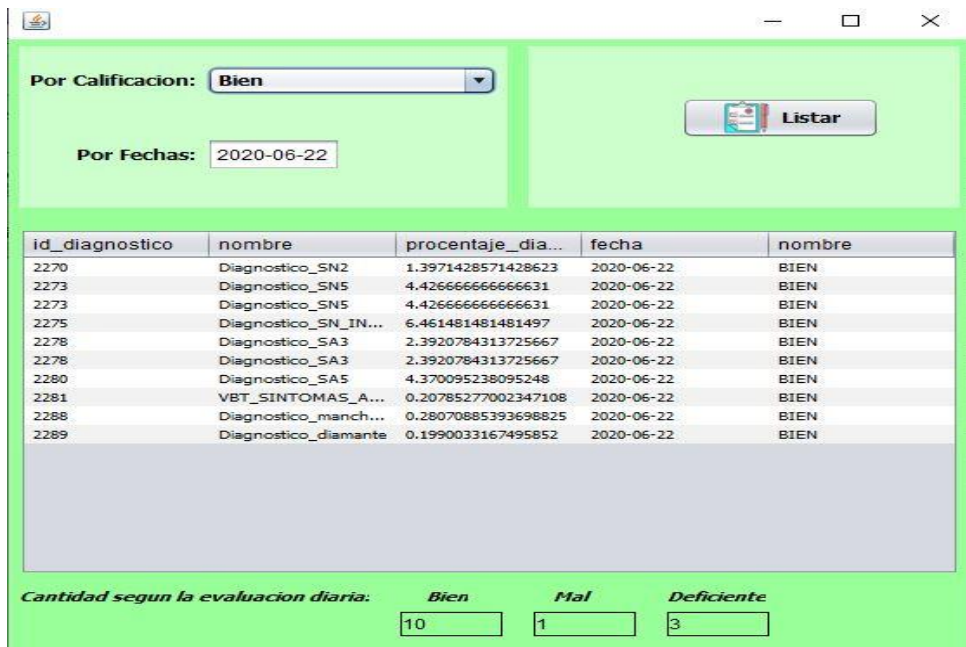


Figura 24: Datos general día 1

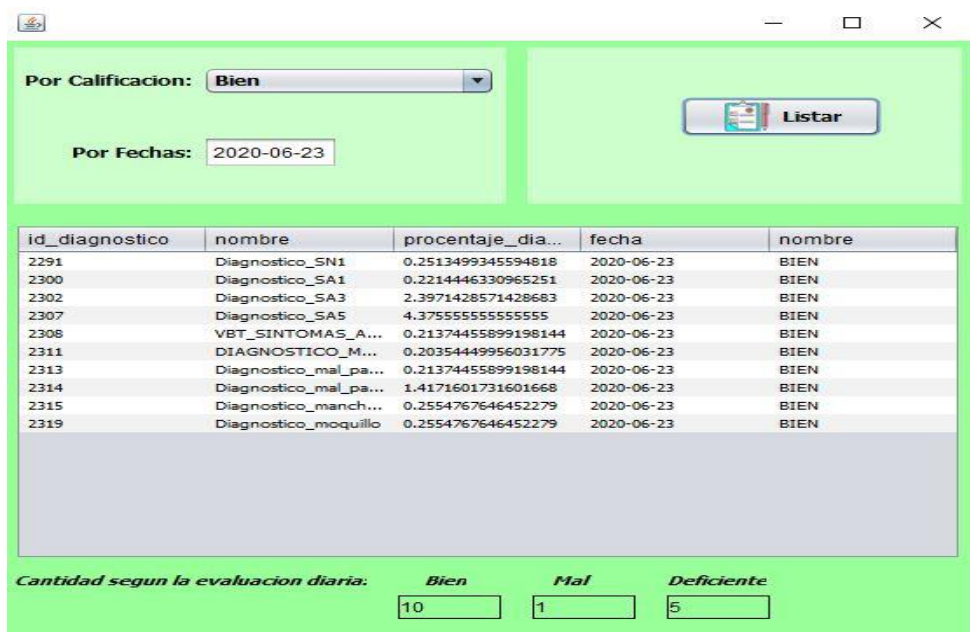


Figura 25: Datos generales día 2

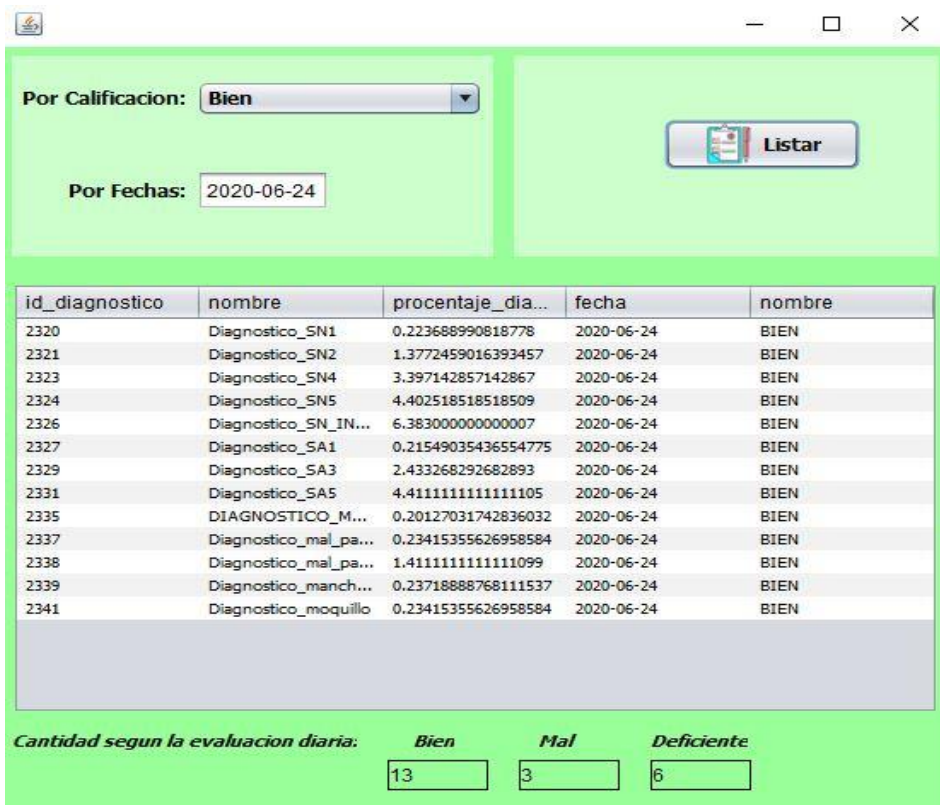


Figura 26: Datos generales día 3

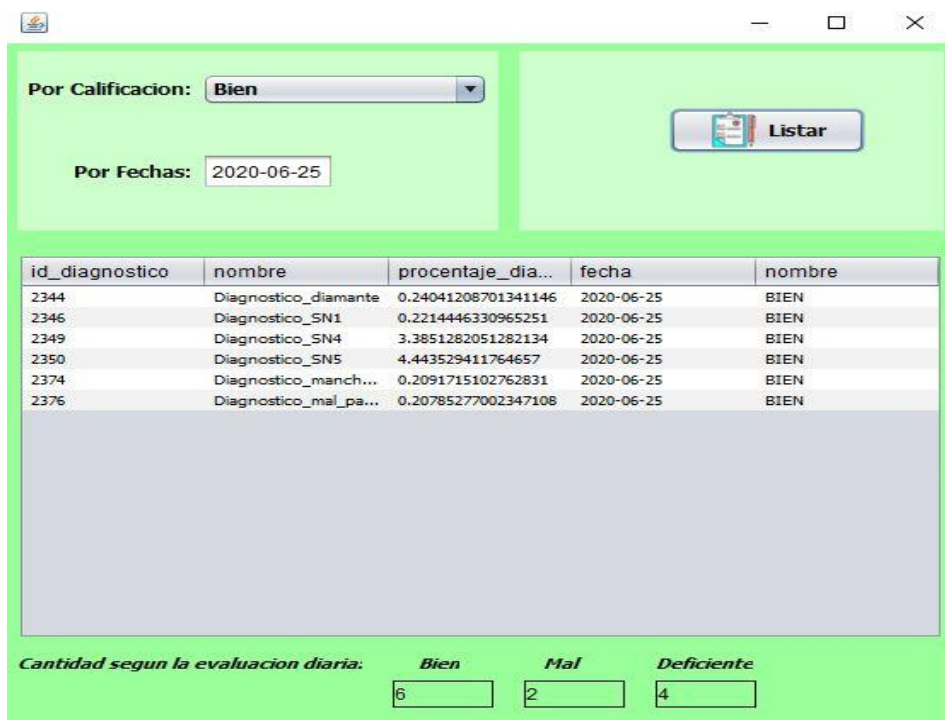


Figura 27: Datos generales día 4

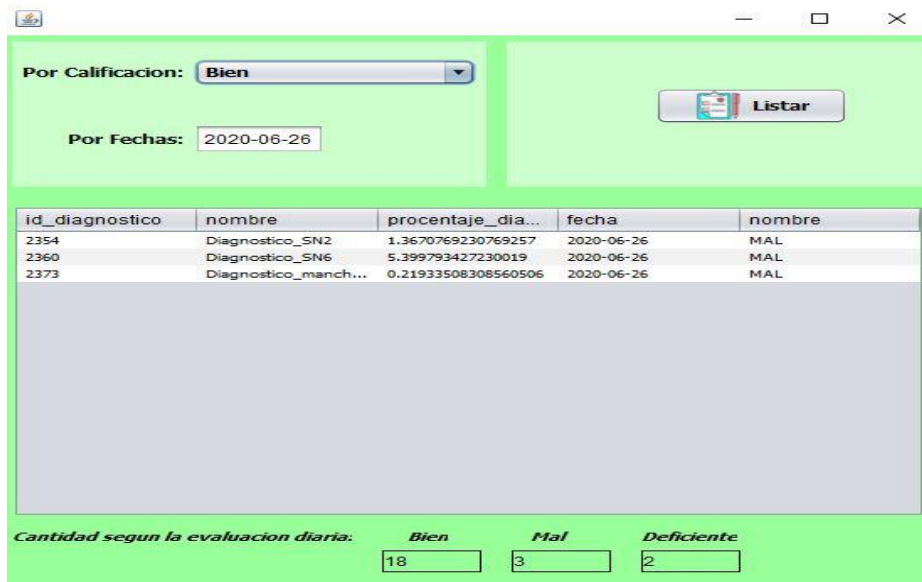


Figura 28: Datos generales día 5

En la Fig. 25 y 26 se muestra que hay una cantidad de 10 diagnósticos acertados. Comparando los datos del día 1 y 2 se encuentra una igualdad. Esto hace pensar que podría estar alineándose el SE con el conocimiento del responsable de la detección de enfermedades. Pero hay un mayor numero de deficientes en el diagnostico del día 2 a comparación del día 1.

En la Fig. 27 es el resultado de las detecciones de enfermedades en el día 3, el cual muestra 13 diagnósticos acertados y 6 deficientes. En ese día en comparación con los dos días anteriores, se manifiesta que el sistema está mejorando en llegar a obtener el diagnostico más acertado según el conocimiento del responsable. En la Fig. 28 no hubo muchas detecciones de enfermedades, pero siempre el número de diagnósticos acertados es mayor que los diagnósticos deficientes. Mientras que, si comparamos los 4 días anteriores con el día 5 como se muestra en la Fig. 29, podemos analizar que aumentaron los diagnósticos acertados, es decir el SE está logrando su objetivo que es poder controlar la detección de enfermedades. Además, vemos 2 diagnósticos deficientes, esto indica que el SE obtuvo dos detecciones de enfermedades no acordes al conocimiento y a la observación que realizo el responsable al cultivo.

iv. Localizar en el mapa los síntomas presentados en cada zona.

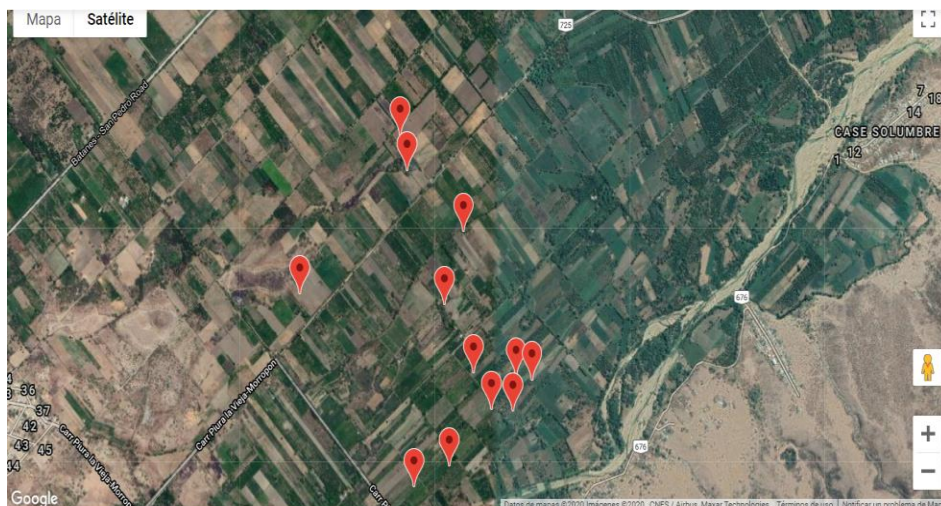


Figura 29: Geolocalización de síntomas diarios

En la Fig. 29, se muestran los síntomas diarios. Al dar clic en cada marcador o punto de ubicación nos mostrar el detalle del síntoma. En ese detalle tenemos:

- ✓ La imagen del síntoma.
- ✓ La zona
- ✓ El diagnóstico
- ✓ La fecha
- ✓ El porcentaje de afectación.

Entonces con este objetivo queremos lograr que el usuario pueda tomar una imagen del síntoma extraído del campo y luego de realizar las detecciones de enfermedades. El responsable de este proceso con más tiempo se coloque a inspeccionar las ubicaciones de los síntomas y además en que zona de cultivo se encontraron esos síntomas. Para de esa forma, poderle priorizarle el tratamiento según a su porcentaje de afectación que muestre el SE.

A continuación, mostraremos la localización de síntomas por la zona A.

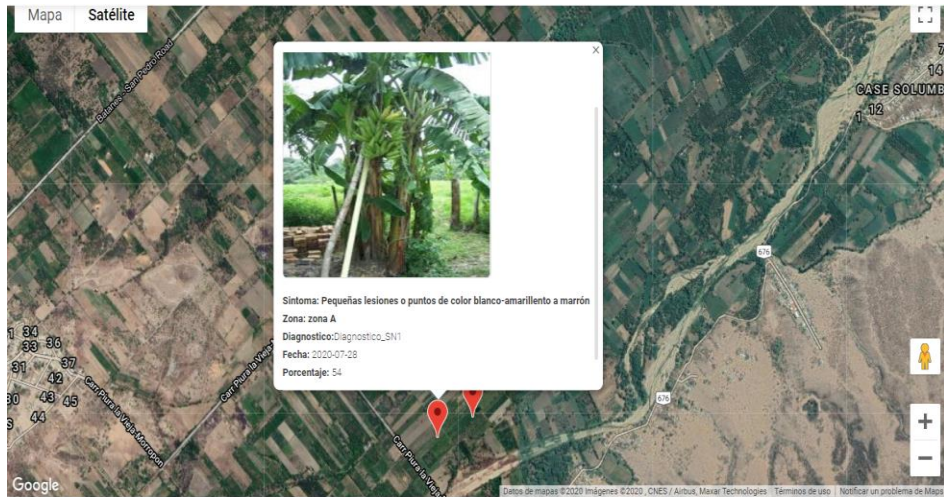


Figura 30: Síntoma en la zona A



Figura 31: Síntoma en la zona B

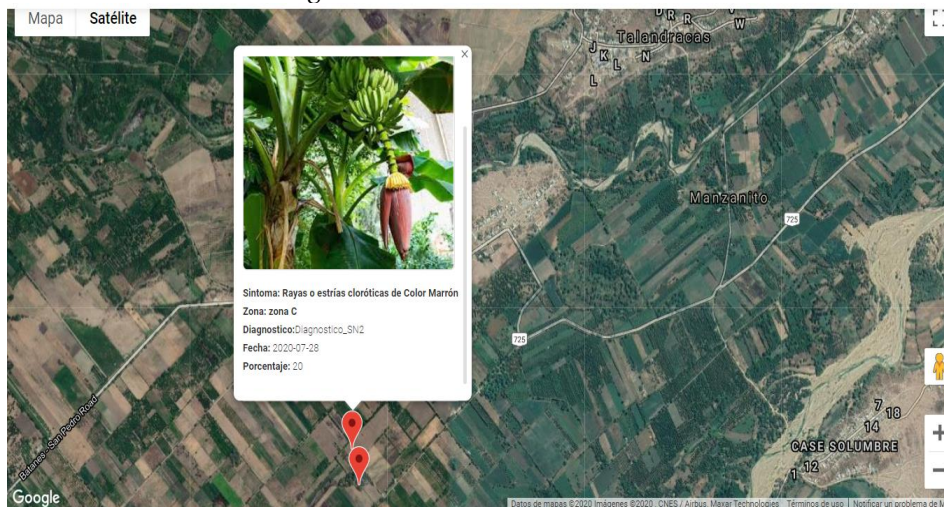


Figura 32: Síntoma en la zona C

En la Fig. 30, se muestra que el síntoma “Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón” se ubico en la zona A pero con un

porcentaje de afectación de 54%, mientras que en la Fig. 31, el síntoma “Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón” ubicada en la zona B tiene un porcentaje de afectación de 63 % y en la Fig. 32, se visualiza que el síntoma “Rayas o estrías cloróticas de Color Marrón” tiene un porcentaje de afectación de 20%. De esta manera podemos comparar los tres síntomas que presentamos como ejemplo:

Vemos que en la Fig. 30 tiene un menor porcentaje de afectación que la Fig. 31, es entonces que el usuario prioriza para brindarle tratamiento a esos síntomas y no lleguen a extenderse a todo el cultivo. Si comparamos la Fig. 30 y 31 con la Fig. 32, esta tiene solo un 20% de afectación. Por lo tanto, la Fig. 31 esta en muy alto riesgo, mientras la Fig. 30 esta en riesgo medio mientras que la Fig. 32 se encuentra en riesgo bajo. Por ahora, podemos decir con precisión que la geolocalización de síntomas por día si es recomendable para que el usuario pueda monitorear la presencia de síntomas rescatados en el cultivo.

c. Impactos esperados

i. Impactos económicos

Se reducirán gastos de los recursos usados para el diagnóstico de plagas y enfermedades.

ii. Impactos sociales

Los trabajadores podrán saber qué porcentaje de afectividad tienen las plantas mediante los síntomas rescatados y así poderlos tratar a tiempo, de esa misma forma realizar con más regularidad un chequeo periódicamente a las hectáreas por zona, reduciendo así el número de detecciones no acertados al año.

iii. Impactos en tecnología

Se podrá determinar el diagnóstico de plagas y enfermedades en el cultivo de banano y que así se pueda hacer algo para prevenir que la enfermedad se desarrolle.

iv. Impactos ambientales

Se podrá reducir los bananos con daños irreversibles y así brindar un tratamiento orgánico.

V. DISCUSIÓN

Según Autores [24] [25] verifican que al realizar sistemas expertos ya sea web o móvil genera impacto en la sociedad, ya que sus documentos respaldan la tesis en la elaboración de SE para diagnosticar enfermedades y plagas ya sea en el cultivo de arroz y berenjena en Colombia y en Trujillo. A partir de reglas difusas se desarrollaron ambos sistemas por diferentes autores, logrando apoyar a diagnosticar en un tiempo determinado las plagas y enfermedades. En esta investigación se logró cumplir el objetivo general en implementar una aplicación inteligente que apoye a detectar las enfermedades en el cultivo de Banano Orgánico Williams. De la misma forma se emula el conocimiento del experto con el SBC, garantizando la fiabilidad de los datos obtenidos por el SE.

Afirmo que esta investigación utilizo la metodología Commonkads porque Fernández [26] utilizo esta metodología para el sistema de Identificación de Especies de Insectos Acuáticos, Se menciona que esta metodología está basada en conocimiento y para solucionar problemas como monitorización, identificación, control, etc.

Es importante enfatizar que la metodología ayuda a analizar la Organización, sus procesos, esto me apporto para afirmar porque mi elección de este tema a solucionar, sabiendo que la empresa tiene una serie de problemas por apoyar a solucionar para beneficio de todos como comunidad, dueños y empleados de dicha empresa ubicada en la región Piura.

VI. CONCLUSIONES

Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Sistema Experto, es una herramienta que apoya a determinar el diagnóstico de enfermedades en el cultivo de la Empresa Ana Banana S.A, este permite a los responsables en la detección de enfermedades a diagnosticar de forma más segura y además que almacenaría sus diagnósticos respectivos según a la sintomatología que presente dicho cultivo.
- El responsable observa a simple vista los síntomas en el cultivo, selecciona los síntomas que el SE le presenta, luego solicita diagnosticar y el SE analiza su motor de inferencia donde se encuentra la base de conocimiento, la base de datos para luego mostrarle al usuario el diagnóstico determinado según la selección de síntomas.
- Según las pruebas realizadas durante 5 días, mostraron que el sistema tiene un 90 % de fiabilidad conjunto con la seguridad que se le otorga ya que los datos de prueba piloto al sistema son reales y almacenadas en MYSQL. El SE permite almacenar en la base de datos los síntomas, el diagnóstico y la respectiva evaluación según el determinado diagnóstico.
- Al culminar el periodo de prueba, el SE, es capaz de garantizar la verificación del control de detecciones de enfermedades ya que se evaluó con comparaciones de resultados obtenidos diario con el día anterior. El SE responde a 18 diagnósticos acertados y 2 deficientes.
- También se concluye que el SE geolocaliza los síntomas rescatados del cultivo en un mapa. Mostrándonos un detalle como el nombre del síntoma, una foto, la zona en que fue tomada la foto y el porcentaje de afectación.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, evolucionar el sistema Experto a empresas de gran tamaño y de otros lugares. Además, facilitar la portabilidad del SE después de concluido.
- Finalmente se recomienda que integren el SE con un sistema de monitoreo y pronóstico de clima. Ya que se elaboró con una metodología que aplica para tener facilidad de integrar este sistema con otros.

VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] G. Soto, «Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza,» p. 4, 2003.
- [2] M. d. a. y. riego, «Situación Comercial del Banano Orgánico en el Mercado Europeo,» *El peru primero*, 2018.
- [3] H. Bula y D. Salas, 2015.
- [4] L. Quintero, «Sistema Experto para el diagnóstico presuntivo de enfermedades,» *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13 Noviembre 2018.
- [5] e. vega, «Diagnóstico inteligente de enfermedades y plagas en plantas ornamentales,» *holopraxis*, 7 Diciembre 2019.
- [6] C. J. Barrantes y L. A. Vigo, «Sistema experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en el arroz,» 2015.
- [7] G. A. Rios, «Implementación de un sistema experto para la detención de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín,» Perú, 2017.
- [8] J. Urteaga, «SISTEMA INTELIGENTE PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN CULTIVOS,» cajamarca, peru, 2015.
- [9] E. Feigenbaum, «Sistemas experto,» 30 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://ico-sistemas-expertos.blogspot.com/2017/08/sistemas-expertos-inf-relevante.html>.
- [10] F. carrillo, «Blog francisco carrillo,» 23 Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://fecyman10.wordpress.com/2011/03/23/arquitectura-de-un-sistema-experto/>.

- [11] M. Maldonado, «SISTEMAS EXPERTOS,» 2016. [En línea]. Available: https://b7138898-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/sistemas-expertos9/home/arquitectura-basica-de-los-s-e/ddda.jpg?attachauth=ANoY7coBYKYmUOgF2lsSOC0o9sjey0gJQdGokWdW9c05PW1C73NYoP6S4IVq5CsPGMmkRBqudY5bo3yXn3hcsEgNCEkEJPMU01izvsZ3jY0lYtfqq-J7q3VK_xN.
- [12] R. academia, «Real academia,» [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/metodolog%C3%ADa>.
- [13] P. Salcedo, «CommonKADS y el Lenguaje de Modelado Unificado UML».
- [14] N. Lavado, «issuu,» 21 julio 2013. [En línea].
- [15] F. S. Caparrini, «DISQUS,» [En línea]. Available: <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=97>.
- [16] autores, «Manejo fitosinariodel cultivo del platano».
- [17] S. Preciado, de *Metodos de investigacion I*, Mexico, Limuza S.A, 2005, p. 75.
- [18] A. P. L. G. y. G. C. Elizabeth Álvarez, «Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar, Colombia,» 2013.
- [19] I. T. Tropical, «Manejo de las Sigatokas del banano,» 2016.
- [20] U. N. A. L. M. O. A. D. E. Y. P. S. AGROBANCO, «Guia Técnica “FERTILIZACIÓN Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE BANANO ORGÁNICO”,» 2011.
- [21] U. V. Rodríguez, «Manejo Integrado de Banano Orgánico,» 2013.
- [22] C. Arevalo, «Hongos asociados al falso mal de panamá en el cultivo de Banano Orgánico en el valle de chira Sullana, Piura,» 2018.

- [23] J. M. M. MENA, «Guía Identificación y manejo de integrado de PLAGAS en Banano y Plátano Magdalena y Urabá Colombia.,» 2009.
- [24] J. Salkind, de *Metodos de investigación*, México, Prentice Hall, 1999.
- [25] G. Soto, «Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reduccion de la pobreza,» p. 4, 2003.
- [26] M. D. AGRICULTURA, «BASES TÉCNICAS Y SITUACIÓN ACTUAL,» p. 15, 2013.
- [27] H. Bula y D. Salas, «SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE BERENGENA EN LA REGIÓN CARIBE DE COLOMBIA,» 2015.
- [28] L. Quintero, «Sistema Experto para el diagnóstico presuntivo de enfermedades,» *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13 Noviembre 2018.
- [29] e. vega, «Diagnóstico inteligente de enfermedades y plagas en plantas ornamentales,» *holopraxis*, 7 diciembre 2019.
- [30] C. J. Barrantes y L. A. Vigo, «Sistema experto móvil para el diagnostico y manejo integral de plagas en el arroz,» trujillo, 2015.
- [31] G. A. Rios, «Implementacion de un sistema experto para la detencion de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Direccion Regional de Agricultura San Martin, 2016,» Peru, 2017.
- [32] J. Urteaga, «SISTEMA INTELIGENTE PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN CULTIVOS,» cajamarca, peru, 2015.

IX. ANEXOS

a. ANEXO N° 01. ANÁLISIS DE RIESGOS

1. Datos generales

- **Tesista** : Diana Jaqueline Capitán Chaname
- **Fecha inicial** : 99 de mes de año
- **Fecha final** : 99 de mes de año

2. Alcance del proyecto

Se desarrollará el sistema experto para que determine el diagnóstico de enfermedades del Cultivo de Banano Orgánico Williams para la empresa Ana Banana S.A.C con la finalidad de disminuir el número de bananos producidos con daños irreversibles haciendo uso de reglas lógicas.

El sistema implementado permite diagnosticar las enfermedades mediante reglas lógicas y al realizar el previo estudio manifieste el respectivo diagnóstico.

La información será presentada mediante un documento, para ello será necesario contar con una pc con la alta memoria en el disco duro y de memoria RAM.

3. Interesados (Stakeholders)

Durante el desarrollo de la presente tesis se ha identificado a los siguientes interesados:

- **Internos**

Tabla XLII: Interesados Internos

Interesado	Participación
Dueño de la Empresa ()	Es dueño de las 72 hectáreas. Apoyará en el financiamiento del proyecto.
Ingeniero Carlos Zapata	Es el encargado de toda la administración de la Empresa Ana Banana. Es como el socio. Tiene toda la confianza del dueño. Aportará en brindarnos toda la información necesaria para poder desarrollar el proyecto de tesis.

- **Externos**

Tabla XLIII: Interesados Externos

Interesado	Participación
Compradores	Comprarán más bananos ya que se ejecutarán a sus estándares de ellos. (calidad de banano)
Certificadora	Demostrar ante los minoristas y compradores su compromiso con promover las Buenas Prácticas Agrícolas.

4. Beneficios

Los beneficios que se van a obtener con el producto que se ha desarrollado son:

- Reducir el número de bananos con daños irreversibles que se producen
- Encontrar las enfermedades en corto tiempo y sin la intervención del personal.

5. Etapas de desarrollo

Para el desarrollo del producto de la presente tesis se ha realizado considerando las etapas de la Metodología Commonkads, que consta de las siguientes etapas:

- **Nivel de Contexto**

- **Actividades realizadas**

- Identificar los distintos problemas de las áreas.
 - Establecer la factibilidad de diagnóstico para estos problemas identificados.
 - Además, este modelo se encarga de proponer soluciones reales y que sean potenciales
 - Cuantificar los recursos utilizados en cada una de las tareas.

- **Riesgos**

- Se pierdan los problemas identificados. (seguridad de información)
 - Agotamiento de recursos como equipos, costos en el transcurso de la implementación.
 - Que las soluciones propuestas no se lleguen a implementar por falta de financiamiento

Tabla XLIV: Riesgos Identificados Nivel 1

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Se pierdan los problemas identificados. (seguridad de información)	Nivel de Contexto (Análisis)	No conocieron bien el negocio o falsearon información.	Interesados internos	5	Calidad	5	70	ALTO
RE1 – 002	Agotamiento de recursos como equipos, costos en el transcurso de la implementación	Implementación	No realizar bien el presupuesto	Tesista e interesados internos	3	Costo .Tiempo	3	40	MEDIO
RE1 – 00N	Que las soluciones propuestas no se lleguen a implementar por falta de financiamiento	Implementación	No acordar bien el financiamiento que te otorga la empresa	Interesados internos	1	Alcance	1	10	BAJO

• **Nivel Conceptual**

– **Actividades realizadas**

- Realizar la comunicación con expertos y usuarios.
- Seleccionar los agentes que pueden estar involucrados en una tarea
- Describir las transacciones realizadas y su estructura interna de ellas.

– **Riesgos**

- Los expertos o usuarios laborando en la Empresa viajen o estén en licencia o por último que dejen de laborar ahí.
- Que no se responsabilicen seriamente con el proyecto
- No se realicen las pruebas necesarias a cada transacción y que no se documente conforme al formato.

Tabla XLV: Riesgos Identificados

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
REN – 001	Los expertos o usuarios laborando en la Empresa viajen o estén en licencia o por último que dejen de laborar ahí	Nivel de análisis	No se contó con esos imprevistos	Tesista	4	Alcance, calidad	4	60	ALTO
REN – 002	No se realicen las pruebas necesarias a cada transacción y que no se documente conforme al formato	Implementación y pruebas	No previeron cumplir con las respectivas pruebas que se establecen en un desarrollo de software	Interesados internos	3	Tiempo, costo	3	30	MEDIO
							1		
REN – 00N	Que no se responsabilicen seriamente con el proyecto	Análisis, Desarrollo del sistema experto	No se evaluó la actitud de ellos	Tesista	1	Alcance			BAJO

b. ANEXO N° 02. MANUAL DE USUARIO

I. INTRODUCCION

Se realiza este manual con el único objetivo de dar a conocer a los usuarios que harán uso de este sistema, indicándoles el funcionamiento del sistema y las mínimas características que se requiere tener en el hardware para que dicho sistema Experto se ejecute con facilidad y flexibilidad.

- **Requerimientos que se necesita que un hardware tenga:**
 - Procesador Intel/AMD core i5
 - Memoria RAM 2GB
 - Resolución pantalla 1366 x 768
- **Requerimientos que necesita como software para ejecutar el sistema:**
 - Windows (Sistema operativo)

II. INICIO DE DIAGNÓSTICO

Lo primero que se visualizara es el Menú principal donde contiene el botón de Inicio de diagnóstico y una barra de tareas donde se visualiza la interfaz de consultas. En la siguiente ventana mostraremos el botón de Inicio de diagnóstico.

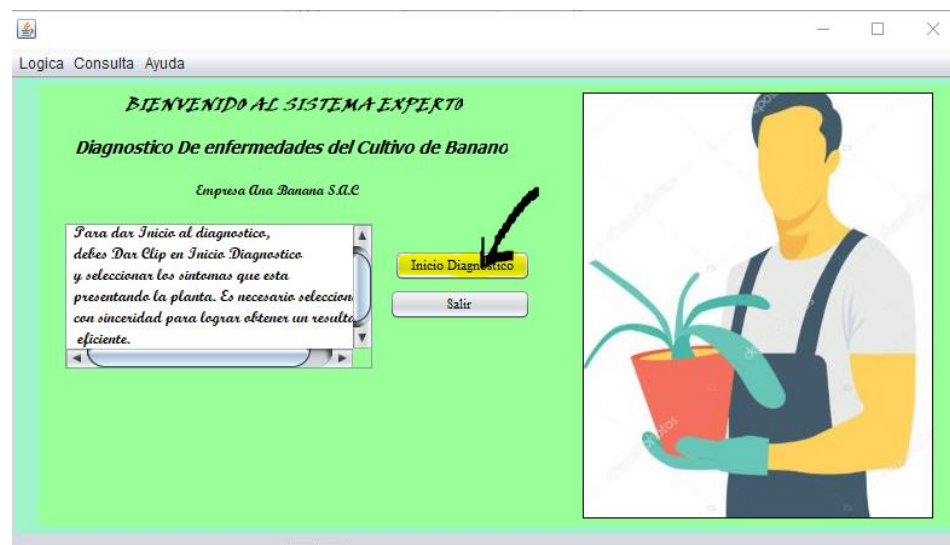


Figura 33: Inicio de diagnostico

En la Fig. 29, nos muestra que al hacer clip en el botón "Salir", el sistema automáticamente se cerrará. Pero si al hacer clip en el botón "Iniciar

Diagnostico” Automáticamente le mostrara una ventana con un listado de síntomas como se muestra en la siguiente imagen.

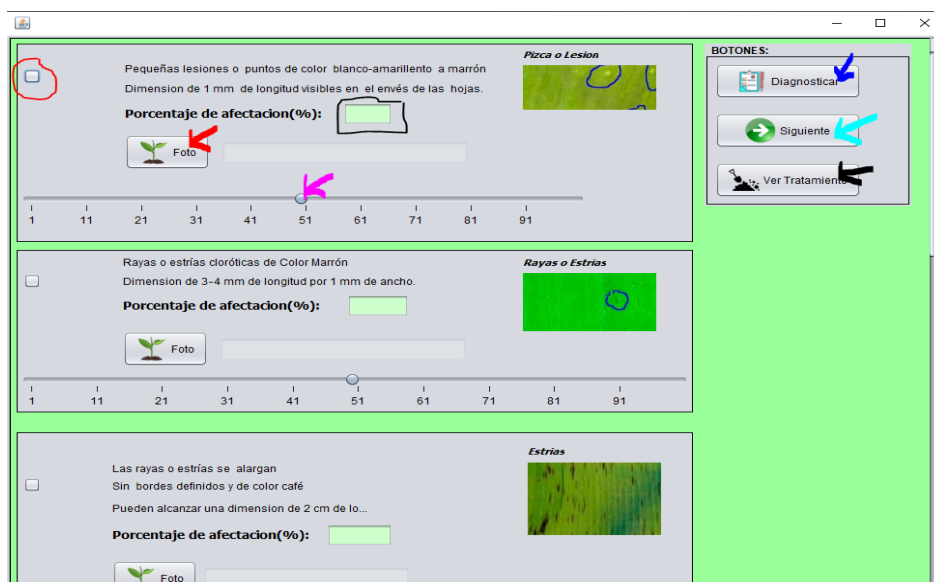


Figura 34: Lista sintomatología

En la Fig. 30, se muestra distintos aspectos y a continuación le detallamos cada uno de ellos:

- Un check rodeado con un círculo rojo es ahí donde el usuario dará clip según los síntomas que presente y desee seleccionar.
- Una flecha de color fucsia que al deslizar hacia la derecha o izquierda y automáticamente muestra en un recuadro rodeado de color negro el valor según el deslizamiento que haya realizado. Ese contendrá el porcentaje de afectación de ese síntoma presentado en el cultivo.
- Una flecha de color rojo señala un botón llamado Foto, al hacer “clip”, mostrara la dirección donde eligiria una imagen. Se aclara que esto puede ser opcional. Se toma esa imagen con cualquier dispositivo, para tener evidencia de lo que se presenta en el cultivo.
- Una flecha de color azul, está señalando un botón llamado Diagnosticar, este botón se le hace “clip” cuando haya terminado de seleccionar los síntomas que presenta el cultivo.

Después de haber realizado esa acción, se le presenta otras ventanas donde se le indica el posible diagnostico presentado. Como lo muestra la Fig. 31.

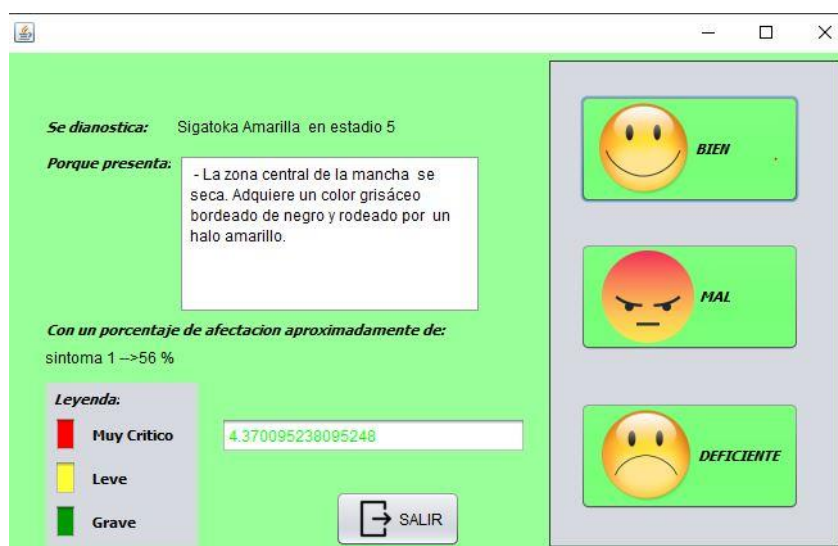


Figura 35: Diagnostico

En la Fig. 31, nos muestra el diagnostico, los síntomas seleccionados, el porcentaje de afectación por cada síntoma que seleccionamos. Además, el nivel de riesgo que tiene el cultivo al diagnosticar dicha enfermedad.

- Continuamos con el detalle de la Fig. 30, También nos muestra una flecha de color verde agua marina que señala un botón llamado Siguiente, al hacer “clip” nos muestra otra ventana que contiene más síntomas, ese paso se realiza en búsqueda de mas síntomas que presenta el cultivo.
- En la Fig. 30, existe una flecha de color negro que señala un botón llamado Tratamiento. Al hacer “clip” selecciona cuál de los tratamientos puede realizar y los guarda en la base de datos.

En la Fig. 29, se muestra una barra de tareas donde se muestra un Ítem llamado Consulta al hacer “clip” en ese Ítem se desplaza un subitem llamado Reportes consultas. Al hacer “clip” en ese subitem nos mostrara la siguiente ventana:

Por Calificación: **Bien**

Por Fechas:

Listar

id_diagnostico	nombre	porcentaje_dia...	fecha	nombre
1257	Diagnostico_SN1	0.20551150282811423		BIEN
1258	Diagnostico_SN2	1.3945700483091745		BIEN
1260	Diagnostico_SN1	0.3084860844188196		BIEN
2270	Diagnostico_SN2	1.3971428571428623	2020-06-22	DEFICIENTE
2270	Diagnostico_SN2	1.3971428571428623	2020-06-22	BIEN
2273	Diagnostico_SN5	4.4266666666666631	2020-06-22	BIEN
2273	Diagnostico_SN5	4.4266666666666631	2020-06-22	BIEN
2274	Diagnostico_SN6	5.383	2020-06-22	DEFICIENTE
2275	Diagnostico_SN_IN...	6.461481481481497	2020-06-22	BIEN
2276	Diagnostico_SA1	0.21374455899198144	2020-06-22	MAL
2278	Diagnostico_SA3	2.3920784313725667	2020-06-22	BIEN
2278	Diagnostico_SA3	2.3920784313725667	2020-06-22	BIEN
2280	Diagnostico_SA5	4.370095238095248	2020-06-22	BIEN
2281	VBT_SINTOMAS_...	0.20785277002347108	2020-06-22	BIEN
2288	Diagnostico_manc...	0.28070885393698825	2020-06-22	BIEN
2289	Diagnostico_diana...	0.1990033167495852	2020-06-22	BIEN
2290	Diagnostico_moquillo	0.2645676955494304	2020-06-22	DEFICIENTE

Cantidad segun la evaluacion diaria: **Bien** **Mal** **Deficiente**

Porcentaje de fiabilidad de datos obtenidos segun los resultados por cada fecha diaria:

Porcentaje de fiabilidad de datos obtenidos segun los resultados por cada fecha semanal:

Por Fechas a la semana:

Figura 36: Reportes

En la Fig. 32, nos muestra los reportes tendremos que seleccionar una opción del combo resaltado de color amarillo. Puede ser: Bien, Mal o Deficiente. Un cuadrado de color azul colocar la fecha por ejemplo 2020-06-22. En la parte inferior cuadros de color rojo. Colocar el rango de fecha de una semana cuenta solo días laborales de lunes a viernes. Por ejemplo, así: 2020-06-22, 2020-06-26.

Luego Dar clip en el botón llamado Listar y automáticamente los resultados aparecerán en cada recuadro.



Figura 37: Bienvenidos para ubicar el mapa

En la Fig. 37 se muestra un menú llamado “mapa”, luego de desliza un menú ítem llamado “ubicación de síntomas”, al hacer clic en este menú ítem, nos aparecerá la siguiente ventana.

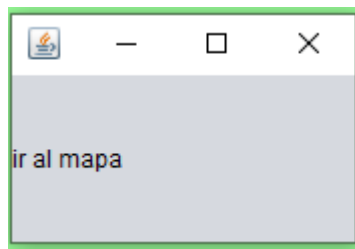


Figura 38: Ir al mapa

Al hacer clic en “ir al mapa” nos abrirá el mapa en el Chrome o internet explore como se muestra en la imagen.

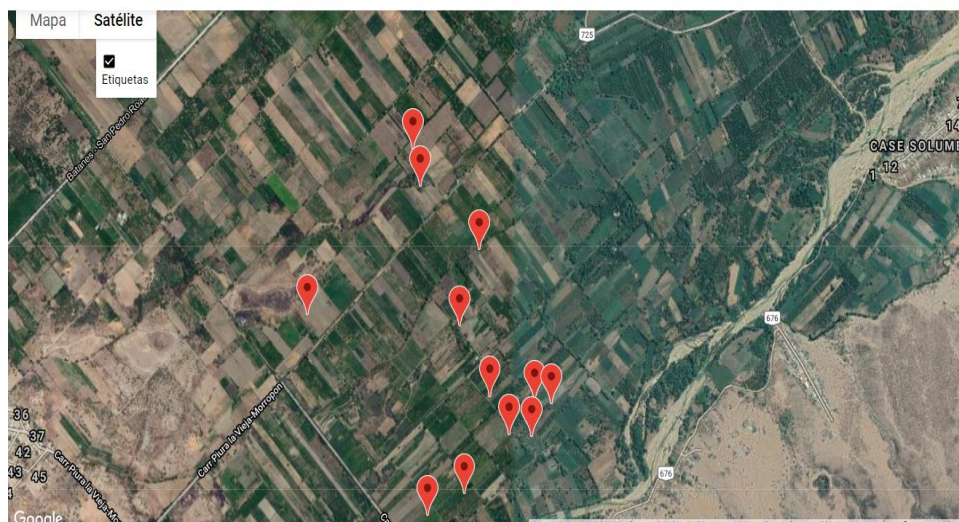


Figura 39: síntomas marcados en el mapa