



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“Implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

AUTOR:

George Arnold, Rios Archenti

ASESOR:

Mg. Luis Gibson, Callácna Ponce

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

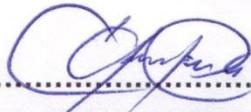
Gestión de Servicios de Tecnologías de Información

PERÚ 2017

Página del Jurado



Mg. Walter Saucedo Vega
(Presidente)



Mg. Luis Gibson Callacná Ponce
(Secretario)



Ing. Dick Díaz Delgado
(Vocal)

Dedicatoria

A Dios, por permitirme haber llegado hasta este punto y brindado la salud necesaria para lograr mis objetivos. A mis padres por todos los ejemplos de trabajo constante y perseverancia, por sus sabios consejos, por todos los valores sembrados en mí, por el apoyo incondicional, pero más que nada, por su amor. A mis hermanos por darme su apoyo y fortaleza en cada momento, por ser motivos de mi superación y por darme la felicidad completa.

Agradecimiento

Quiero agradecer de manera especial a mi casa de estudios la Universidad César Vallejo, por abrirme las puertas para formarme profesionalmente. A mis docentes, por todas las enseñanzas brindadas, incentivándome a seguir adelante hasta cumplir todas nuestras metas y que sin su apoyo esto no hubiese sido posible. A mi familia, por darme la fortaleza para lograrlo, por su unidad y por enseñarme el valor del trabajo constante para lograr el éxito.

Declaración de Autenticidad

Yo George Arnold Ríos Archenti, identificado con DNI N° 70925493, autor de mi investigación titulada: "Implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016", declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto Diciembre de 2017

The image shows a handwritten signature in blue ink on the left and a fingerprint on the right, both positioned above a horizontal line.

George Arnold Ríos Archenti
DNI: 70925493

Presentación

Señores Miembros del jurado Calificador con las disposiciones establecidas en el reglamento de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejo pongo a vuestra consideración el presente proyecto de investigación titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA LA DETECCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE ARROZ EN LA DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA SAN MARTÍN, 2016”, con la finalidad de optar el título de Ingeniera de Sistemas.

La investigación está dividida en siete capítulos:

I. INTRODUCCIÓN. Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

II. MÉTODO. Se menciona el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

III. RESULTADOS. En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.

IV. DISCUSIÓN. Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.

V. CONCLUSIONES. Se considera en enunciados cortos, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

VI. RECOMENDACIONES. Se precisa en base a los hallazgos encontrados.

VII. REFERENCIAS. Se consigna todos los autores de la investigación.

Tarapoto, diciembre de 2017

Índice

Página del Jurado.....	i
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iiiv
Declaración de Autenticidad	v
Presentación.....	vii
Lista de Tablas.....	ixx
Lista de Figuras	xiii
Resumen	xvivi
Abstract.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	188
1.1. Realidad Problemática	188
1.2. Trabajos Previos.....	199
1.3. Teorías Relacionadas al Tema	221
1.3.1. Plagas y enfermedades en cultivos de arroz	211
1.3.2. Sistema Experto	266
1.4. Formulación al Problema	32
1.5. Justificación del Estudio.....	32
1.6. Hipótesis.....	33
1.6.1. Hipótesis alterna	33
1.6.2. Hipótesis nula	33
1.7. Objetivo.....	33
1.7.1. Objetivo General.....	33
1.7.2. Objetivos Específicos	33
II. MÉTODO	35
2.1. Diseño de Investigación	35
2.1.1. Nivel de la investigación.....	35
2.2. Variables, Operacionalización	35
2.2.1. Diseño de la Investigación.....	35
2.2.2. Definición de Variables	35
2.2.3. Operacionalización de Variables	35
2.3. Población y Muestra.....	37

2.3.1. Población	37
2.3.2. Muestra	38
2.3.3. Muestreo	38
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	38
2.4.1. Validez.....	39
2.4.2. Confiabilidad	39
1.5. Métodos de Análisis de Datos.....	41
III. RESULTADOS	42
3.1. Realizar un estudio sobre la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la región San Martín.....	42
3.1.1. Análisis documental.....	42
3.1.2. Encuesta.....	43
3.2. Diseñar e implementar un prototipo del sistema experto basado en redes neuronales y con la validación de los especialistas de la cadena productiva del arroz de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín.....	60
3.2.1. FASE I: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	60
3.2.2. FASE II: ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO	62
3.2.3. FASE III: DISEÑO	62
3.2.4. FASE IV: DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO	63
3.2.5. FASE V: ELABORACIÓN.....	83
3.2.6. FASE VI: CONSTRUCCIÓN	88
3.3. Medir la influencia del sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura de San Martín.....	116
3.4. Prueba de Hipótesis.....	132
IV. DISCUSIÓN	146
V. CONCLUSIONES.....	148
VI. RECOMENDACIONES	149
VII. REFERENCIAS	150
Anexos.....	153

Lista de Tablas

Tabla 1: Indicadores de detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz	25
Tabla 2: Indicadores de Sistemas Expertos	31
Tabla 3: Variable Independiente.....	36
Tabla 4: Variable dependiente	37
Tabla 5: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	38
Tabla 6: Instrumento: Análisis Documental.....	39
Tabla 7: Instrumento: Cuestionario 1	39
Tabla 8: Instrumento: Análisis Documental.....	40
Tabla 9: Instrumento: Cuestionario 1	40
Tabla 10: Análisis Documental	42
Tabla 11: La información que obtiene sobre las plagas	43
Tabla 12: Causas naturales del brote de plagas	44
Tabla 13: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas por plagas.	45
Tabla 14: Resumen del indicador 1.	46
Tabla 15: La información que obtiene sobre las enfermedades.	47
Tabla 16: Causas naturales del brote de enfermedades.	48
Tabla 17:La información sobre cantidad de hectáreas afectadas por enfermedades.	49
Tabla 18: Resumen del indicador 2	50
Tabla 19: Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas	51
Tabla 20: Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades.....	53
Tabla 21: Consideración de la aplicación de herramientas tecnológicas	54
Tabla 22: Resumen del indicador 3	55
Tabla 23: Calificación del nivel de de consolidación de la información de plagas.....	56
Tabla 24: Calificación del nivel de consolidación de la información de enfermedades	57
Tabla 25: La información consolidada sobre plagas y enfermedades	58
Tabla 26: Resumen del indicador 4	59
Tabla 27: Especificación de Caso de Uso Realizar/Registrar Predicción	62
Tabla 28: Especificación de Caso de Uso Registrar Hechos Generales.....	63
Tabla 29: Especificación de Caso de Uso Registrar Hechos Específicos	64
Tabla 30: Especificación de Caso de Uso Registrar Conocimientos.....	64
Tabla 31: Especificación de Caso de Uso Registrar Asociación.....	65

Tabla 32: Especificación de Caso de Uso Registrar Productor	65
Tabla 33: Especificación de Caso de Uso Registrar Provincia	76
Tabla 34: Especificación de Caso de Uso Registrar Distrito.....	76
Tabla 35: Especificación de Caso de Uso Registrar Módulo	77
Tabla 36: Especificación de Caso de Uso Registrar Perfil	77
Tabla 37: Especificación de Caso de Uso Registrar Usuario	78
Tabla 38: Especificación de Caso de Uso Registrar Accesos	78
Tabla 39: Especificación de Caso de Uso Reporte de Plagas de Arroz por Productor	79
Tabla 40: Especificación de Caso de Uso Reporte de Enfermedades de Arroz por Productor.	80
Tabla 41: Especificación de Caso de Uso Reporte de Plagas y Enfermedades por cada Asociación de Productores visualizadas en un mapa de Google Maps	80
Tabla 42: Especificación de Caso de Uso Reporte de Plagas y Enfermedades por cada Distrito de una Provincia visualizadas en un mapa de Google Maps.....	81
Tabla 43: Especificación de Caso de Uso Reporte de Plagas y Enfermedades por cada Provincia visualizadas en un mapa de Google Maps	82
Tabla 44: Tabla de Umbral.....	83
Tabla 45: La información que obtiene sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es:	16
Tabla 46: La información sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es:	17
Tabla 47: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es:.....	18
Tabla 48: Resumen del indicador 1	119
Tabla 49: La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:.....	120
Tabla 50: La información sobre las causas naturales del brote de enfermedades en el arroz es:.....	121
Tabla 51: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es:.....	122
Tabla 52: Resumen del indicador 2	123
Tabla 53: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz?	124
Tabla 54: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz?	125

Tabla 55: ¿Cómo considera que se aplican herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz?	126
Tabla 56: Resumen del indicador 3	127
Tabla 57: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz?	128
Tabla 58: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz?	129
Tabla 59: La información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es:	130
Tabla 60: Resumen del indicador 4	131
Tabla 61: Base de datos Pre Test.....	132
Tabla 62: Base de datos Post Test	136
Tabla 63: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de satisfacción sobre información de plagas en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”	140
Tabla 64: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de satisfacción sobre información de enfermedades en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”	141
Tabla 65: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de uso de la tecnologías de información en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016” ...	142
Tabla 66: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”	143
Tabla 67: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de uso de la tecnologías de información en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”	144

Lista de Figuras

Figura 1: La información que obtiene sobre las plagas	44
Figura 2: Causas naturales del brote de plagas	45
Figura 3: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas por plagas.....	46
Figura 4: Resumen del indicador 1.....	47
Figura 5: La información que obtiene sobre las enfermedades	48
Figura 6: Causas naturales del brote de enfermedades.....	49
Figura 7: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas por enfermedades....	50
Figura 8: Resumen del indicador 2.....	51
Figura 9: Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas.	52
Figura 10: Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades.....	53
Figura 11: Consideración de la aplicación de herramientas tecnológicas	54
Figura 12: Resumen del indicador 3.....	55
Figura 13: Calificación del nivel de de consolidación de la información de plagas	56
Figura 14: Calificación del nivel de consolidación de la información de enfermedades	57
Figura 15: La información consolidada sobre plagas y enfermedades.....	58
Figura 16: Resumen del indicador 4.....	59
Figura 17: Diagrama de Casos de Uso del Negocio.....	66
Figura 18: Diagrama del dominio del problema.....	70
Figura 19: Diagrama de caso de uso gestionar consulta.....	70
Figura 20: Diagrama de caso de uso gestionar parámetros	71
Figura 21: Diagrama de caso de uso gestionar accesos.....	71
Figura 22: Diagrama de caso de uso gestionar reportes	72
Figura 23: Diagrama de Colaboración Realizar/Registrar Predicción	83
Figura 24: Diagrama de Colaboración Registrar Hechos Generales.....	83
Figura 25: Diagrama de Colaboración Registrar Hechos Específicos	84
Figura 26: Diagrama de Colaboración Registrar Conocimientos.....	84
Figura 27: Diagrama de Colaboración Registrar Asociación	84
Figura 28: Diagrama de Colaboración Registrar Productor	85
Figura 29: Diagrama de Colaboración Registrar Módulo	85
Figura 30: Diagrama de Colaboración Registrar Perfil.....	85

Figura 31: Diagrama de Colaboración Registrar Usuario	86
Figura 32: Diagrama de Colaboración Registrar Accesos.....	86
Figura 33: Diagrama de Colaboración Reporte de Plagas de arroz por Productor.....	87
Figura 34: Diagrama de Colaboración Reporte de Enfermedades de arroz por Productor .	87
Figura 35: Diagrama de Colaboración Reporte de Plagas y Enfermedades por cada Asociación de Productores en un mapa de google maps	87
Figura 36: Diagrama de Secuencia Realizar/Registrar Predicción.....	88
Figura 37: Diagrama de Secuencia Hecho General.....	89
Figura 38: Diagrama de Secuencia Hechos Específicos	90
Figura 39: Diagrama de Secuencia Conocimientos.....	91
Figura 40: Diagrama de Secuencia Registrar Asociación	92
Figura 41: Diagrama de Secuencia Registrar Productor	93
Figura 42: Diagrama de Secuencia Registrar Provincia	94
Figura 43: Diagrama de Secuencia Registrar Perfil	95
Figura 44: Diagrama de Secuencia Registrar Usuarios	96
Figura 45: Diagrama de Secuencia Registrar Accesos	97
Figura 46: Diagrama de Secuencia Reporte de Plagas por Productor	98
Figura 47: Diagrama de Secuencia Reporte de Enfermedades por Productor	98
Figura 48: Diagrama de Secuencia Reporte de Plagas y Enfermedades por Asociación de Productores en un mapa de google maps.....	99
Figura 49: Diagrama de Clases.....	100
Figura 50: Diagrama de Datos.....	101
Figura 51: Diagrama de Despliegue	102
Figura 52: Diagrama de Componente.....	102
Figura 53: Red Neuronal - plagas.....	106
Figura 54: Red Neuronal – enfermedades	107
Figura 55: Login del Sistema Experto	108
Figura 56: Bienvenida del Sistema Experto	108
Figura 57: Consultas.....	109
Figura 58: Selección de síntomas	109
Figura 59: Resultado de la consulta.....	110
Figura 60: Resultado detallado	110
Figura 61: Registro de un Hecho General	111

Figura 62: Registro de un Hecho Específico	111
Figura 63: Registro de un Conocimiento.....	112
Figura 64: Registro del Tipo de Conocimiento	112
Figura 65: Asignación de pesos.....	113
Figura 66: Registro de Asociaciones	113
Figura 67: Registro de Productores	114
Figura 68: Reporte	114
Figura 69: Registro de Usuarios	115
Figura 70: La información que obtiene sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es:	116
Figura 71: La información sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es:	117
Figura 72: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es:.....	118
Figura 73: Resumen del indicador 1	119
Figura 74: La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:.....	120
Figura 75: La información sobre las causas naturales del brote de enfermedades en el arroz es:.....	121
Figura 76: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es:.....	122
Figura 77: Resumen del indicador 2.....	123
Figura 78: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz?	124
Figura 79: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz?	125
Figura 80: ¿Cómo considera que se aplican herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz?	126
Figura 81: Resumen del indicador 3.....	127
Figura 82: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz?	128
Figura 83: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz?	129

Figura 84: La información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es:	130
Figura 85: Resumen del indicador 4.....	131
Figura 86: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de satisfacción sobre información de plagas en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”	140
Figura 87: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de satisfacción sobre información de enfermedades en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”	141
Figura 88: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de uso de la tecnologías de información en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016” ...	142
Figura 89: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”	143
Figura 90: Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016	144

Resumen

La presente tesis denominada: “Implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”, ha sido desarrollada entre los meses de abril a diciembre del presente año en distrito de Cacatachi, provincia y departamento de San Martín. En este trabajo se han desarrollado las teorías sobre las plagas y enfermedades del cultivo de arroz, además se ha desarrollado las teorías y metodologías para el desarrollo de sistemas expertos en plataforma web, para este propósito se han elaborado instrumentos que permitieron el recojo de información para el desarrollo de los objetivos específicos, los métodos que se aplicaron fueron las del análisis documental y cuestionario a los productores de este cultivo del distrito mencionado. Además el tipo de investigación es aplicada, ya que se desarrolló una herramienta tecnológica basada en inteligencia artificial que se utilizó para la medición de su influencia en la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz, la población de la investigación estuvo dada por los 300 productores, de ello se consideró un total de 168 unidades de investigación (productores), los instrumentos que se utilizaron fueron la guía de análisis documental y la guía de encuesta, luego de todo el trabajo desarrollado se llegó a la conclusión de que la implementación del sistema experto ha mejorado los niveles de satisfacción de los involucrados en el estudio, ya que estos muestran niveles de muy bueno y bueno en la mayoría de los indicadores.

Palabras clave: Sistema experto, plagas y enfermedades del arroz, redes neuronales.

Abstract

The present thesis called: "Implementation of an expert system for the detection of plagues and diseases of the rice cultivation in the Regional Direction of Agriculture San Martin, 2016 ", it has been developed between April to December months of the present year in the district of Cacatachi, province and department of San Martin.

In this work the theories have developed on the plagues and diseases of the rice cultivation, in addition one has developed the theories and methodologies for the development of systems expert in web platform, for this intention there have been elaborated instruments that allowed the gather of information for the development of the specific aims, the methods that were applied were those of the documentary analysis and questionnaire to the producers of this cultivation of the mentioned district.

In addition the type of investigation is applied, since there developed a technological tool based on artificial intelligence that was in use for the measurement of his influence in the detection of plagues and diseases of the rice cultivation, the population of the investigation was given by 300 producers, of it, it were considered to be a total of 168 units of investigation (producers), the instruments that were in use were the guide of documentary analysis and the guide of survey, then all the developed work I came near to the conclusion of which the implementation of the expert system has improved the levels of satisfaction of the involved ones in the study, since these show levels very well and well at the majority of the indicators.

Key words: expert System, plagues and diseases of the rice, neural networks.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la región de San Martín, el arroz es uno de los principales cultivos alimenticios al cual se dedican los agricultores. Es considerada la principal actividad económica productiva del cual dependen la mayoría de familias de esta región.

Como todo cultivo, la planta de arroz no es ajena a la aparición de plagas y enfermedades, tras confirmarse su aparición el diagnóstico se realiza a partir de los síntomas observados. En función de la plaga diagnosticada y de su grado de levedad, se dictamina un plan de tratamiento para la planta infectada. Un plan de tratamiento debe especificar un conjunto de recursos necesarios, y otros consejos adicionales.

Pero no todos los casos llegan a ser detectados a tiempo, en muchas ocasiones; ya sea por la distancia, la falta de conocimiento o de recursos, los sembríos atacados por estas plagas o enfermedades no son tratados o el tratamiento empieza cuando ya se ha perdido gran parte del sembrío, esta situación afecta directamente la economía de las familias cuyo sustento es este cultivo.

Ante esta situación, la Dirección Regional de Agricultura San Martín, ha venido brindando talleres de capacitación a los agricultores sobre la importancia del uso de semilla de calidad para la prevención de plagas y enfermedades, entre otros temas de interés; si bien es cierto estos talleres contribuyen a la prevención, cabe resaltar que la mayoría de agricultores no llegan a ser partícipes de dichas actividades.

Por ello la propuesta de este proyecto es la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz, el cual servirá de ayuda a los agricultores dedicados a la siembra de este cereal, mejorando así la detección de plagas o enfermedades del arroz en sus inicios.

1.2. Trabajos Previos

A Nivel Internacional

- BAQUERO, Julio. En su trabajo de investigación titulado: *Sistema para el control de plagas y enfermedades en cultivos de frutilla, utilizando dispositivos móviles para la recolección de datos, y generando un plano de control de cultivo dinámico* (Tesis de pregrado). Universidad Israel, Quito, Ecuador. 2013. Concluyó que, existe desconocimiento de las herramientas que pueden ayudar a tener un mejor control de las enfermedades y plagas, y de su importancia para una organización. Con la entrega de la aplicación, la organización podrá registrar la información de las plagas y enfermedades a través de un dispositivo móvil, los cuales serán enviados a una base de datos. Por medio de la información recolectada de las plagas y enfermedades, el plano de cultivo dinámico será actualizado y se podrá tener una toma de decisiones más rápida. Por medio de los reportes, el usuario podrá identificar las plagas y enfermedades que se encuentran en el cultivo y prepararse de una mejor forma para combatirlas. El nuevo sistema cumple con los requerimientos especificados por el usuario en la fase de recopilación de requerimientos.
- BULA, Harold, ARAMENDIZ, Hermes, SALAS, Daniel, VERGARA, Wilmer, VILLADIEGO, Aida. En su trabajo de investigación titulado: *Sistema experto para el diagnóstico de plagas y enfermedades en los cultivos de berenjena (Solanum Melongena L.)* (Tesis de pregrado). Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. 2012. Concluyeron que, al desarrollar el sistema experto para el diagnóstico de plagas y enfermedades en los cultivos de berenjena se utilizaron varias tecnologías, Prolog, JAVA™, Xml, API de java como Jfreechart, Apache Tomcat, Postgres, NetBeans que permitió el desarrollo del sistema para el lenguaje Swi-Prolog y por medio de estos se lograron satisfacer las exigencias del desarrollo de la investigación. El Sistema se provee como una gran herramienta educativa dentro del proceso de enseñanza a personas interesadas en los cultivos de berenjena. El sistema implementado ofrece una velocidad de respuesta muy alta, según lo obtenido en la etapa de pruebas. Esto corrobora la teoría base

del presente proyecto, de que el sistema experto tomara decisiones mucho más rápidas y eficientes de lo que lo haría un experto humano.

A Nivel Nacional

- ECHEVARRÍA, Miguel, GOMEZ, raiza, RODRIGUEZ, Rolando. En su trabajo de investigación titulado: *Un sistema experto para la detección y control de plagas en sembríos de Tara* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 2008. Concluyeron que era posible expandir el contexto de la aplicación de sus sistemas al proceso de cosecha, así como las tareas que esto implica ya que también requieren ciertas recomendaciones en función de los recursos de que dispone el agricultor y sus objetivos de venta. Una posible ampliación a este proceso sería de vital importancia para el sector agrícola de la región pues permitiría competir a los agricultores en los mercados externos, ya que el tamaño, calidad y mantenimiento de la tara en buenas condiciones harán de esta un producto de mayores niveles de calidad y estandarización en el mercado internacional.
- BARRANTES, Carlos, VIGO, Luis. En su trabajo de investigación titulado: *Sistema experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en el arroz* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 2015. Concluyeron que se realizó la implementación del Sistema Experto con la guía rápida de desarrollo de Sistemas Expertos, el cual fue de gran utilidad para generar nuestras reglas de conocimiento para entrenar al Sistema Experto. hallando un diagnóstico y manejo integral de las plagas en el cultivo, con una precisión del 80% lo que genera un alto grado de confiabilidad. Utilizando en la programación JQuery Mobile con PHP, por su eficiencia y sencillez en el desarrollo de aplicaciones, además por su gran flexibilidad al ser utilizado en distintas plataformas móviles.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1. Plagas y enfermedades en cultivos de arroz

Arroz, nombre común de un grupo de unas 19 especies de hierbas anuales de la familia de las Gramíneas. El arroz común es la única especie importante para la humanidad. Es nativa del Sureste asiático y se cultiva desde hace más de 7.000 años; se han hallado pruebas de su cultivo datadas antes del año 5000 a.C. en el oriente de China, y antes del año 6000 a.C. en una caverna del norte de Tailandia. El arroz crece en terrenos muy calurosos y húmedos. Alcanza casi un metro de altura y forma flores perfectas, con seis estambres y un solo pistilo. El fruto, un grano, se dispone en una panícula mutante formada por varias espiguillas que crece en el ápice del tallo. Cuando el grano está maduro, la planta del arroz recuerda a la avena. El endospermo blanco está encerrado en una membrana de salvado rodeada a su vez por una cáscara de color castaño (GONZALES, 2010, parr.1).

¿Qué es una plaga?

Para SUQUILANDA V. (2003, p. 10): Plaga es cualquier organismo competidor o antagónico con un cultivo, cuyas poblaciones en niveles críticos son capaces de causar daños significativos en forma directa o indirecta a los órganos de las plantas y a la economía de los productores. [...] En el caso de los vegetales una fertilización desbalanceada especialmente a base de nitrógeno o a la aplicación de plaguicidas órgano fosforados, puede dar paso a la formación de aminoácidos libres en la savia de las plantas, pasando estos compuestos a constituirse en el alimento de las plagas.

Plagas más comunes del cultivo de arroz

Bruzonne y Heros (2011), manifestaron las siguientes plagas:

a) La mosquilla del arroz (*Hydrellia spp*)

Es un insecto díptero (mosca), el cual se presenta como plaga ocasional. En el Perú es una plaga endémica en la costa norte.

Adulto (*Hydrellia wirthi*)

Presenta las siguientes características

- hidrofílico
- Saprófagos
- Vuelos cortos
- Oviposición: 28 hvs.
- Oviposición exofítica
- Duración: 5 días Huevos

Larva

Es vermiforme, de un color blanco cremoso, es traslúcida y causa mayor daño en su tercer estadio.

Pupa

Donde se encuentra dentro del tejido vegetal durante 4 días. (p. 23)

b) El gusano rojo (*Chironomidae*)

Adulto

Presenta las siguientes características

- Color gris oscuro
- Longitud: 5 a 7 mm
- Machos: antenas plumosas
- Enjambres
- Vida corta

Larva

- Blanco transparente a rojo
- I: planctónica
- II a V: bentónicas
- 0,4 a 20 mm
- Forma capullos

Pupa

- Líbera
- Dentro del capullo
- Superficie del agua
- Duración corta: 24 h (p. 24)

c) El gusano de hoja (*Spodoptera frugiperda*)

Huevos (2 a 3 días)

Ovipositados en masas sobre las hojas o tallos, y recubiertos con escamas.

Pupa (6 a 10 días)

- Obtecta.
- Marrón claro a oscuro.
- En el suelo o adherida a la planta.

Adulto (10 a 12 días)

Activo durante la noche

Larvas (15 a 20 días)

- Color verde a gris, con 3 bandas en su dorso.
- Sutura epicraneal bien marcada.
- Mayor actividad nocturna. (p. 26)

d) La novia del arroz (*Rupella albinella*)

Adulto (5 a 8 días)

- Mariposa de color blanco brillante.
- Mechón de pelos en la cabeza
- 40 mm de expansión.

Huevos (7 a 9 días)

- Huevos colocados en masas.
- Recubiertos densamente con escamas. (p. 27)

Enfermedades del cultivo de arroz

Según Méndez e Inostroza (2009), las enfermedades atacan a la planta en todos sus órganos, desde los tallos hasta la panícula, causando reducciones significativas en los rendimientos e incrementando los costos de producción. Pero también hacen daños en todas las fases del cultivo, lo que obliga al productor a mantenerse vigilante y aplicar los controles en forma oportuna. Se debe tomar en cuenta que las enfermedades causan más perjuicios en las regiones húmedas que en las secas.

Principales enfermedades del cultivo de arroz

Bruzonne y Heros (2011), manifestaron las siguientes enfermedades:

a) “El quemado del arroz

El quemado es considerado una enfermedad mayor del arroz por su amplia distribución y destructividad bajo condiciones favorables. Aunque el quemado del arroz es capaz de causar pérdidas muy severas de hasta el 100%, poca información existe sobre la extensión e intensidad de las pérdidas reales en los campos de agricultores. (p. 31)

b) Añublo de vaina

Agente causal:

- Rhizoctonia solani Kuhn

Grupo de Anastomosis AG-1 IA:

- Thanatephorus cucumeris (Frank) o Donk

Condiciones para el desarrollo de la enfermedad:

- Temperatura (28-32°C)

- Humedad relativa (>90%)

- Exceso de fertilización nitrogenada

- Macollamiento abundante

- Altas densidades de siembra

- Bajo brillo solar (p. 36)

c) Mancha marrón o parda (Helmintosporiosis)

Agente causal:

- Helminthosporium oryzae (Bipolaris oryzae) (Breda de Haan, 1900)

- Cochliobolus miyabeanus

Condiciones favorables:

- Temperatura: 25-30°C

- Humedad relativa: 89%

- Largas horas de rocío

- Suelo secos

- Suelos deficientes en Silicio (Si), Potasio (K)

- Alto y bajo N favorece la enfermedad

- Temperatura del aire alta en la noche e intensidad lumínica alta en el día, favorecen el desarrollo de la enfermedad

Síntomas

- Lesiones circulares u ovaladas en gran número en variedades susceptibles

- Lesiones lineales y de color marrón oscuro en variedades resistentes - Manchas de color negro o café oscuro en los granos (p. 33)

d) Pudrición de la Vaina

Agente causal: Sarocladium oryzae (Sawada / Gams y Hawks)

Acrocylindrum oryzae

- Descrita por primera vez por Sawada en 1912 en Taiwán.

- En Colombia se reportó por primera vez en 1982, variedad Cica 8, en condiciones de riego y secano.

- Pérdidas del 26%.

Condiciones para el desarrollo de la enfermedad:

- Temperatura 20-25°C.

- Humedad relativa > 90%.
- Altas densidades de siembra.
- Deficiencias nutricionales.
- Altos y bajos niveles de N.
- Control de malezas, pueden servir como hospedantes alternos. (p. 35)

e) **Carbón y falso carbón del arroz**

Condiciones favorables: La temperatura requerida para el desarrollo de las hifas y la germinación de las esporas fluctúa entre 12 -16°C. Siendo lo óptimo 28°C. Las esporas del hongo sólo germinan en agua libre o en HR superior a 98C. La incidencia de lluvia al inicio de la floración incrementa el número de esclerotes. (p. 36)

Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz.

Según BIFANI (1999, p. 345), entre los factores limitantes de la agricultura figuran los insectos, las enfermedades, las malezas, los roedores y los pájaros, que afectan tanto a la producción vegetal como animal. No es sólo que insectos, enfermedades o malezas actúen como factor limitante de la producción agrícola, sino también que su inesperado desarrollo masivo en forma de plaga puede, en pocas horas, destruir cultivos o cosechas completas. Las plagas constituyen un permanente riesgo latente y han sido un hecho recurrente en la historia de la agricultura.

Debido a que las enfermedades pueden ocasionar daños severos en una plantación de arroz, es importante, que el productor sepa identificar y efectúe un monitoreo frecuente en su plantación para detectar los síntomas iniciales de la presencia de enfermedades, para proceder a tomar medidas de control o prevención.

La palabra “plaga”, en la agricultura se refiere a todos los animales, plantas y microorganismos que tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola. El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) es una estrategia que involucra una serie técnicas (físicas, mecánicas, químicas, biológicas, genéticas, legales y culturales) complementarias entre sí, que buscan controlar de forma efectiva las plagas y enfermedades del cultivo; de modo que la utilización de plaguicidas se reduzca al mínimo necesario para mantener la población de la plaga o la incidencia de la enfermedad, en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables desde un punto de vista económico. Dentro de la filosofía del MIPE, los productores buscan nuevos métodos para el control de las plagas y enfermedades, como es la aplicación de programas preventivos de aplicación de agroquímicos, que reduzcan los efectos de estos problemas sobre la cantidad y calidad del producto final. Sin embargo, existen otros métodos de control relacionados con las características intrínsecas de las plagas y enfermedades, y su relación con el cultivo y las condiciones edafoclimáticas adversas. Con el manejo de los mismos, se puede continuar reduciendo el uso de agroquímicos durante la producción.

Tabla 1*Indicadores de detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz*

Indicadores	Definición	Fuente de información
Periodo de incubación de larvas	El tiempo necesario para el desarrollo del embrión, desde la fertilización hasta la eclosión	Bibliografía de consulta
Periodo de crecimiento de una plaga	Se refiere al tiempo que una plaga demora en crecer	Bibliografía de consulta
Número de Hectáreas afectadas por la plaga	Superficie o área de siembra que es afectado por la plaga	Terreno sembrado
Porcentaje de reducción del nivel de producción	Disminuir la cantidad de cosecha del producto en relación a lo normal	Agricultores
Nivel de ingreso de agricultores	Ganancia en soles que perciben los agricultores	Agricultores
Número de Hectáreas afectadas por una enfermedad	Superficie o área de siembra que es afectado por la enfermedad	Terreno sembrado
Temperatura ambiente de crecimiento de plaga y desarrollo de enfermedad.	Es el grado de calor o frío que la plaga o enfermedad se desarrolla	Bibliografía de consulta
Porcentaje de humedad ideal para el desarrollo de una enfermedad.	Es el grado de humedad que la plaga o enfermedad se desarrolla	Bibliografía de consulta

Fuente: Elaboración propia.

1.3.2. Sistema Experto

Definición

ARCE (2015) argumenta que, “son programas de computación que se derivan de una rama de la investigación informática llamada Inteligencia Artificial (IA) [...] Los programas de IA que logran la capacidad experta de solucionar problemas aplicando las tareas específicas del conocimiento se llaman Sistemas Basado en Conocimiento o Sistemas Expertos [...] El componente más importante de cualquier sistema experto es el conocimiento. El poder de los sistemas expertos reside en la alta calidad específica del conocimiento que contienen acerca del dominio de la tarea. Los investigadores de IA continuarán explorando y agregando al repertorio actual de métodos de representación y de razonamiento del conocimiento. Pero en el conocimiento reside el poder. Debido a la importancia del conocimiento en los sistemas expertos los métodos de adquisición de conocimiento son de vital importancia para romper el embotellamiento de la adquisición del conocimiento, en la codificación y la representación de una gran infraestructura del conocimiento”. (p. 2)

CLIMENT (1999) expone que, en la medida en que los sistemas expertos actúan como ayudantes inteligentes de los expertos humanos y como consultores cuando no se tiene otra posibilidad de acceder a la experiencia y al conocimiento, podríamos decir que el objetivo final de todo sistema experto es sustituir al experto humano en la resolución de problemas y, por supuesto, mejorarle. (p. 8)

CLIMENT (1999) cita los siguientes objetivos:

- Mejorar la calidad del conocimiento de los expertos humanos. · Consegir la supervivencia del conocimiento y que no muera con la muerte física del experto humano.
- Multiplicar el número de expertos y, por tanto, hacer más accesible el conocimiento existente.
- Disminuir el coste del conocimiento.

Los Componentes Básicos de un Sistema Experto

Según PINO, GOMEZ y DE ABAJO (2001), los componentes básicos de un Sistema Experto son:

➤ **Base del conocimiento (Knowledgebase)**

Está formada por la cantidad de información disponible sobre el campo en el que es desarrollada la aplicación.

- Debe contener tanto los hechos contrastados como creencias y los heurísticos adquiridos por los especialistas a través de la experiencia.
- Se pueden introducir en la base del conocimiento tal como se extraen del especialista.
- Está formada por datos sobre la situación concreta que va ser considerada. (p. 11)

➤ **La base de los hechos**

Está formada por los datos sobre la situación concreta donde puede ser utilizada como memoria auxiliar o de trabajo para almacenar los modos de razonamiento y la forma en la que han sido utilizados y así bajo los requerimientos de los usuarios finales, el sistema va a ser capaz de explicar cómo ha conseguido llegar a los resultados finales. (p. 12)

➤ **El motor de referencia**

Es un programa que se encarga de gestionar las informaciones existentes en la base del conocimiento en la base de conocimiento y los datos de la base de hechos confrontándolos para construir una serie de razonamientos que nos conducen a resultados.

Puede utilizar dos modos de razonamiento diferentes:

- Encadenamiento hacia delante: Una regla puede aplicarse cuando las condiciones indicadas en la parte izquierda se cumplen en la situación que se está considerando indicada en la base de los hechos o memoria de trabajo.
- El encadenamiento hacia atrás: conjunto de hipótesis que son contrastadas por las partes derechas de las reglas de la base del conocimiento. La tendencia actual es el establecimiento de una conversación en lenguaje natural mediante un subconjunto de palabras utilizadas normalmente en el campo de aplicación desarrollado. (p. 12)

➤ **Interfaz de usuario**

Todo sistema dispone de una interfaz de usuario, que gobierna el diálogo entre el sistema y el usuario. Para el desarrollo de estas interfaces algunas herramientas de desarrollo incorporan generadores de interfaz de usuario o bien se utilizan herramientas de desarrollo de interfaces gráficas existentes en el mercado. (p. 12)

REDES NEURONALES

En la segunda mitad de la década de los ochenta se produjo la reactivación de una tecnología de inteligencia artificial ya en los años cincuenta y sesenta, que había sido prácticamente abandonada a finales de los años sesenta.

Provocado por la atención creciente al proceso paralelo del reciente descubrimiento de algoritmos de aprendizaje nuevos para las simulaciones de sistemas de neuronas, se vuelve a confiar en uno de los primeros campos de estudios de la inteligencia artificial conocido con el nombre de redes neuronales.

Hoy día, las redes neuronales constituyen una tecnología “renacida”, aunque aún en desarrollo, en la que se han depositado grandes esperanzas para tratar con éxito algunos de los problemas clásicos de la inteligencia artificial, en particular el del reconocimiento de formas y de la palabra hablada. (PÉREZ, 2013, p. 35)

Aplicaciones de Redes Neuronales

PINO, GOMEZ y DE ABAJO (2001), afirman que:

Existe un conjunto de aplicaciones en las que todas o alguna de estas características aparecen. Las redes neuronales están siendo utilizadas para tratar tareas que parecían inabordables por los métodos

tradicionales. Se trata de problemas que parecían fáciles de resolver por un operador empleando capacidades innatas y de bajo nivel del cerebro humano. Sin embargo, este tipo de problemas no han podido ser adecuadamente tratados por los sofisticados sistemas informáticos actuales. Dentro de este tipo de tareas podemos encontrar:

- **Sistemas de decisión:** Cuando el conocimiento se puede explicitar en reglas, la solución más adecuada parece ser un sistema experto. Sin embargo, cuando el conocimiento aparece difuso y está difundido en ejemplos, esta solución no es suficiente, apareciendo como alternativa válida a las redes neuronales. (p. 38)
- **Procesamiento de señales:** En esta área, las redes neuronales han sido utilizadas tanto en clasificación como en filtrado de señales. (p. 38)
- **Lenguaje natural:** Dada las características mencionadas antes de aprendizaje, tratamiento masivo de información y reconstrucción de datos, los sistemas de computación neuronal parecen muy adecuados para tratar todo tipo de problemas relacionados con el lenguaje natural. (p. 38)
- **Visión:** Éste es un problema típico de clasificación de patrones, que hasta el momento se encontraba con la dificultad casi insalvable de la gran cantidad de información que necesita procesar, así como de la complejidad de los algoritmos eficientes para ello. Sin embargo, estos problemas están perfectamente solventados en el aspecto biológico. Estos dos problemas se pueden tratar eficientemente por medio de redes neuronales. (p. 39)
- **Reconocimiento de texto escrito a mano e impreso:** El reconocimiento de la escritura es un problema de clasificación de patrones donde habitualmente el patrón a clasificar aparece muy distorsionado. Entre estas aplicaciones, podemos citar el reconocimiento de direcciones postales, de códigos y de impresos normalizados (hojas de pedido y devolución, recibos, letras, cheques bancarios, etc.). (p. 39)
- **Control en tiempo real:** Se han utilizado redes neuronales para el diagnóstico de fallos en plantas químicas y nucleares. Las entradas a la red (una vez entrenada) se toman de sensores o sistemas de alarma. (p. 39)
- **Problemas np-completos:** Son aquellos en los que el conjunto de soluciones posibles crece exponencialmente con el tamaño de las entradas. Por los métodos tradicionales, el árbol de búsqueda de la solución se hace intratable cuando el número de entradas es relativamente alto. Las redes neuronales construyen su propio algoritmo para cada caso concreto que les permite no tener que recorrer el árbol completo de soluciones. (p. 39)
- **Predicción de series temporales:** Tales como índices socioeconómicos (índices bursátiles, convertibilidad entre divisas, etc.), índices de producción y venta, evolución temporal de consumos (agua, electricidad, etc.), meteorológicas y de contaminación atmosférica. (p. 39)

- **Clasificación de patrones:** Aplicándose a las siguientes áreas: servicios financieros (detectar fraudes en las tarjetas de crédito, análisis de riesgo, predicción de quiebra, etc.) Seguros (detectar fraudes, evaluación de riesgos...), Medicina (diagnósticos clínicos,...), Industria (control de calidad, planificación, etc.). (p. 39)

Modelos de red neuronales artificiales

PÉREZ (2008) manifestó que, una red neuronal está constituida por un número variable de procesadores interconectados entre sí que realizan una transferencia mutua de valores llamados activaciones.

Cada procesador recibe una serie de activaciones (activaciones de entrada) y, a partir de éstas, genera un valor de salida (activación de salida) que, a su vez, transfiere a otro grupo de procesadores que tiene conectados. (p. 42)

Por analogía con las redes biológicas, se da el nombre de sinapsis a las interconexiones, y el de neuronas o unidades a los procesadores que forman nodos de la red de procesadores, recibe el nombre de red neuronal.

Esta descripción funcional se aplica tanto a las redes neuronales biológicas como a su modernización eléctrica, es decir, las redes neuronales artificiales (ANN-Artificial Neural NetWork) con las que se pretende reproducir, mediante sistemas eléctricos, la estructura y el comportamiento de las redes neuronales biológicas.

La costumbre ha llevado a omitir el calificativo artificial y, de forma general, se habla de redes neuronales haciendo referencia a la modelización electrónica de las redes neuronales biológicas. (p. 43)

Características de las Redes Neuronales

Según HERNÁNDEZ (2006) las RNA deben su capacidad de procesar información a su estructura distribuida y paralela (la información queda almacenada en los elementos de proceso de la red de forma no centralizada) y a su capacidad de entrenamiento y por lo tanto de generalización.

- **No linealidad:** Las neuronas son elementos de proceso generalmente no lineales. La interconexión de estos elementos genera estructuras de transformación de datos donde este carácter no lineal queda distribuido por toda la red. Esta característica permite modelar procesos intrínsecamente no lineales, pero complica también los métodos de análisis de las estructuras resultantes, impidiendo la aplicación de técnicas de análisis bien establecidas como son las de los sistemas lineales.
- **Modelado de relaciones entrada-salida:** La RNA es capaz de aprender a partir de un conjunto de parejas de datos entrada-salida sin necesidad de conocer a priori las características del problema. Estos pares permiten optimizar los pesos de la red, de tal forma que sea capaz de generar un mapa de entrada-salida para después poder reproducir casos no representados en el conjunto de datos original.

- **Aprendizaje adaptativo:** Las RNA tienen la cualidad de aprender a realizar tareas a partir de un entrenamiento, debido a la capacidad de auto-ajuste de los elementos de procesamiento (neuronas) que componen el sistema. En el proceso de entrenamiento, los pesos que conectan las neuronas se van ajustando de manera que la red reproduce los resultados buscados. Para resolver el problema no hace falta que se disponga de información que describa los procesos internos que se dan para llegar a la respuesta del sistema, pues la red auto-organiza su distribución interna de pesos en las conexiones mediante la información recibida del entrenamiento. Esta auto-organización conlleva la generalización: facultad de las RNA de responder apropiadamente cuando se enfrentan con datos o situaciones a las que no habían sido expuestas anteriormente.
- **Fácil inserción dentro de la tecnología existente:** El alto grado de conectividad de las RNA y su rapidez de ejecución las hace ideales para su implementación en sistemas modulares. Una red individual puede ser entrenada para desarrollar una tarea y ser integrada rápidamente dentro de implementaciones de hardware para realizar este trabajo específico. Su forma de funcionamiento tipo caja negra (introducimos unas entradas y nos producen unas salidas), las hace recomendables para estos sistemas modulares.
- **Operaciones en tiempo real:** A pesar de que el entrenamiento de las RNA puede ser muy costoso en tiempo, una vez entrenadas, su respuesta ante las variables de entrada es rápida.

Otras características de las RNA

BRAVO y ORTEGA (2000) citan otras características de la Redes Neuronales Artificiales:

- **Tolerancia a fallos:** Al igual que en sus homólogas naturales, las RNA en las que se dañan elementos de proceso son capaces de determinar la salida con pérdidas muy débiles al tener distribuido el conocimiento entre los distintos elementos del proceso. (p. 15)
- **Síntesis:** Las RNA pueden extraer características de las entradas. (p. 15)
- **Reconocimiento de patrones:** Las Redes Neuronales se han mostrado eficaces en estos temas incluso cuando los patrones que se le presentan no estén completos o presenten ruidos. (p. 15)

Tabla 2*Indicadores de Sistemas Expertos*

Indicador	Descripción	Fuente de información
Número de hechos del motor de inferencia	La base de hechos está formada por los datos sobre la situación concreta donde puede ser utilizada como memoria auxiliar o de trabajo para almacenar los modos de razonamiento y la forma en la que han sido utilizados y así bajo los requerimientos de los usuarios finales, el sistema va a ser capaz de explicar cómo ha conseguido llegar a los resultados finales.	El sistema experto
Número de conocimientos del motor de inferencia	El motor de inferencia se encarga de gestionar las informaciones existentes en la base del conocimiento en la base de conocimiento y los datos de la base de hechos confrontándolos para construir una serie de razonamientos que nos conducen a resultados	El sistema experto
Número de redes neuronales	Una red neuronal está constituida por un número variable de procesadores interconectados entre sí que realizan una transferencia mutua de valores llamados activaciones	El sistema experto
Número de API diseñadas	API, interfaces de programación de aplicaciones, hace referencia a un conjunto de procesos y tecnologías surgidos en los últimos años con el fin de ayudar a las empresas a superar estos desafíos.	El sistema experto
Número de Base de datos de conocimiento	La base del conocimiento está formada por la cantidad de información disponible sobre el campo en el que es desarrollada la aplicación.	El sistema experto

Número de pruebas de validación con los expertos humanos	de	Es ver si la salida es la correcta o las que se espera, a partir de ello se puede comenzar para verificar la demás estructura interna.	El sistema experto
Número de hechos motor de inferencia	de del de	La base de hechos está formada por los datos sobre la situación concreta donde puede ser utilizarse como memoria auxiliar o de trabajo para almacenar los modos de razonamiento y la forma en la que han sido utilizados y así bajo los requerimientos de los usuarios finales, el sistema va ser capaz de explicar cómo ha conseguido llegar a los resultados finales.	El sistema experto

Fuente: Elaboración propia

1.4. Formulación al Problema

¿Cómo influye la implementación de un sistema experto en la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín?

1.5. Justificación del Estudio

El sistema experto para la detección de plagas en los cultivos de arroz se desea implementar porque se observó el deficiente manejo con que se viene llevando el control de plagas y enfermedades por parte de los agricultores y autoridades competentes, ya que actualmente estas plagas y enfermedades son detectadas cuando ya han afectado una gran parte del cultivo.

El proyecto servirá para apoyar en el control y detección de plagas y enfermedades en sus inicios.

El proyecto está dirigido a las autoridades correspondientes de la Dirección Regional de Agricultura San Martín, que es el ente encargado de promover el

desarrollo agrario integral y sostenible de la Región con la participación de los agentes del proceso productivo y los Gobiernos Locales en beneficio de la sociedad.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis alterna

La implementación de un sistema experto influye directamente en la detección de plagas y enfermedades de cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín.

1.6.2. Hipótesis nula

La implementación de un sistema experto no influye directamente en la detección de plagas y enfermedades de cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín.

1.7. Objetivo

1.7.1. Objetivo General

- Implementar un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Realizar un estudio sobre la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la región San Martín.
- Diseñar e implementar un prototipo del sistema experto basado en redes neuronales y con la validación de los especialistas de la cadena productiva del arroz de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín.

- Medir la influencia del sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura de San Martín.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

2.1.1. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación será explicativo, porque se argumentó detalladamente la influencia del sistema experto basado en redes neuronales en la detección de las plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el distrito de Cacatachi, provincia y departamento de San Martín.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación será Pre experimental con un solo de investigación antes y después.

Dónde:

O1 X O2

O1 : Observaciones en la detección de plagas y enfermedades del arroz.

X : Variable independiente, Sistema Experto de detección.

O2 : Resultados después de la aplicación de la variable independiente.

2.2.2. Definición de Variables

- **Variable Independiente:**

Sistema Experto.

- **Variable Dependiente.**

Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz.

2.2.3. Operacionalización de Variables

Variable Independiente: Sistema Experto.

Definición Conceptual:

Los programas de IA que logran la capacidad experta de solucionar problemas aplicando las tareas específicas del conocimiento se llaman Sistemas Basado en Conocimiento o Sistemas Expertos.

Definición Operacional:

Programa de inteligencia artificial basado en redes neuronales que permite hacer consultas en una base de conocimiento específica la cual es

proporcionada por expertos humanos que conforman un equipo validador, estas consultas se desarrollan a través de interfaces amigables para el usuario final.

Tabla 3

Variable Independiente.

Variable	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Sistema Experto	- Número de hechos del motor de inferencia	- Cuantitativa razón
	- Número de conocimientos del motor de inferencia	- Cuantitativa razón
	- Número de redes neuronales	- Cuantitativa razón
	- Número de API diseñadas	- Cuantitativa razón
	- Número de Base de datos de conocimiento	- Cuantitativa razón
	- Número de pruebas de validación con los expertos humanos	- Cuantitativa razón

Fuente: Elaboración Propia.

Variable Dependiente: Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz.

Definición Conceptual:

Entre los factores limitantes de la agricultura figuran los insectos, las enfermedades, las malezas, los roedores y los pájaros, que afectan tanto a la producción vegetal como animal. No es sólo que insectos, enfermedades o malezas actúen como factor limitante de la producción agrícola, sino también que su inesperado desarrollo masivo en forma de plaga puede, en pocas horas, destruir cultivos o cosechas completas.

Definición Operacional:

La detección oportuna de plagas y enfermedades debe controlar el periodo de incubación, un periodo de crecimiento, una temperatura y humedad

para su desarrollo. Además, éstas afectan a grandes extensiones de terrenos, influyendo directamente en la producción de arroz.

Tabla 4

Variable dependiente

Variable	Indicadores	Escala de medición
Variable Dependiente:	• Nivel de satisfacción sobre información de plagas	• Cualitativo ordinal
Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz	• Nivel de satisfacción sobre información de enfermedades	• Cualitativo ordinal
	• Nivel de uso de la tecnología de información	• Cualitativo ordinal
	• Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz	• Cualitativo ordinal

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

La población de la investigación está dada por los 300 agricultores que producen arroz en la localidad de Cacatachi.

2.3.2. Muestra

Para obtener el tamaño de la muestra se utilizará la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q}$$

Donde:

e (error muestral) = 0.05

Z (nivel de confianza) = 1.96

N (población total) = 300

p (proporción individuos con características de estudio) = 0.50

q (proporción individuos sin características de estudio) = 0.50

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(1 - 0.50)(300)}{(300)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.50)(1 - 0.50)} = 168.45182$$

Por tanto, el tamaño de la muestra será 168 agricultores.

2.3.3. Muestreo

El muestreo es Probabilístico, ya que se tomó una parte del total de la población en donde todos los individuos, tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de la muestra.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

Tabla 5

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes o informantes
Análisis Documental	Guía de Análisis Documental	- Formatos de registro de asociaciones de agricultores
		- Manual técnico de desarrollo de software
Encuesta	Guía de Encuesta	- Formatos de registro de plagas y enfermedades del arroz
		- Agricultores
		- Especialistas de la cadena agroproductiva del arroz (DRASAM)

Fuente: Elaboración Propia.

2.4.1. Validez

Estos son los promedios obtenidos por cada instrumento evaluado por los expertos:

Tabla 6

Instrumento: Análisis Documental

Experto 1	Experto 2	Experto 3
4.1	4.0	4.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7

Instrumento: Cuestionario 1

Experto 1	Experto 2	Experto 3
4.0	4.2	4.9

Fuente: Elaboración Propia.

2.4.2. Confiabilidad

Se determinó la confiabilidad de los instrumentos con el cálculo del alpha de cronBach de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

α = Es el coeficiente de confiabilidad

K = Es en número de ítems

S_i = Varianza total de la prueba

S_T = Sumatoria de Varianzas individuales

Tabla 8*Instrumento: Análisis Documental*

EXPERTOS	CRITERIOS										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Experto 1	5	5	3	4	4	5	3	4	4	4	41
Experto 2	4	3	3	5	4	5	3	5	4	4	40
Experto 3	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	48
SUMA	14	13	11	14	12	14	11	14	13	13	129
Varianza	0.33	1.33	1.33	0.33	0.00	0.33	1.33	0.33	0.33	0.33	19.00
Sumatoria											
Var	6.00										
Var total	19.00										

Alfa de Cron Bach = 0.76

Fuente: Elaboración Propia.

Para el instrumento de cuestionario 1 adquiere una confiabilidad de 0.76 lo que significa una confiabilidad aceptable.

Tabla 9*Instrumento: Cuestionario 1*

EXPERTOS	CRITERIOS										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Experto 1	3	5	4	4	5	3	4	3	5	4	40
Experto 2	5	3	5	4	3	5	4	5	5	3	42
Experto 3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	49
SUMA	13	13	14	13	13	13	13	13	15	11	131
Varianza	1.33	1.33	0.33	0.33	1.33	1.33	0.33	1.33	0.00	0.33	22.33
Sumatoria	8.00										
Var											
Var total	22.33										

Alfa de Cron Bach = 0.71

Fuente: Elaboración Propia.

Para el instrumento del análisis documental adquiere una confiabilidad de 0.71 lo que significa una confiabilidad aceptable.

Para todos los instrumentos que se aplicaron en la presente investigación, los coeficientes de confiabilidad (alpha de cron Bach) son aceptables.

1.5. Métodos de Análisis de Datos

El análisis de datos se realizó con la distribución de frecuencias. Los datos fueron presentados en tablas y gráficos con su respectivo análisis. Además, se utilizaron paquetes ofimáticos para el desarrollo de los cuadros estadísticos y tabulación de encuestas.

III. RESULTADOS

3.1. Realizar un estudio sobre la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la región San Martín.

3.1.1. Análisis documental

Tabla 10

Análisis Documental

Documento	Descripción	Organización / Área	Frecuencia de consulta (Días)	Formato del Documento
Actores de la cadena de	Muestra todos los actores involucrados, tanto directos como indirectos en todo el	DRASAM	5	.ppt

Arroz	proceso de la cadena de valor de arroz.				
Costo producción de Arroz	Detalla el presupuesto para la producción por hectárea de la cadena de valor de arroz, desde la siembra hasta la cosecha y su posterior comercialización, dependiendo de la variedad de arroz y otros factores.	DRASAM	5		.xls
Cuellos de botella Arroz	Muestra todas las limitaciones que se puede tener en la producción de la cadena de valor de arroz (tipos de semillas, incidencia de plagas, limitada cultura para adopción de nuevas tecnologías, etc.).	DRASAM	4		.ppt
Diagnóstico Arroz	Se detalla todo el diagnóstico realizado sobre la cadena de valor de arroz en la región San Martín (factores para la siembra, tecnología, problemática actual, importancia económica, etc.).	Dirección de Productividad Agraria (DPA) - DRASAM	5		.pdf
Síntesis de diagnóstico Arroz	Muestra la información sintetizada de la cadena de valor de arroz en cuanto a insumo, producción, acopio, transformación y comercialización.	DRASAM	6		.ppt
Producción provincial y rendimiento regional Arroz	Información estadística de la producción de arroz por cada provincia de la región San Martín.	DRASAM	4		.ppt
Cultivos permanentes y transitorios por distrito provincia de San Martín	Muestra la lista de cultivos permanentes y transitorios de cada distrito de la provincia de San Martín, con sus respectivas hectáreas y el ingreso económico que generan, estando dentro de ellos la cadena de valor de arroz.	DRASAM	5		.ppt

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Encuesta

Se realizó la encuesta a 168 agricultores de cultivo de arroz de Cacatachi de los que se obtuvieron los siguientes resultados:

Indicador 1: Nivel de satisfacción sobre información de plagas

Enunciado: La información que obtiene sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es:

Tabla 11

La información que obtiene sobre las plagas

Escala	Fi	hi%
Excelente	2	1.19%
Buena	23	13.69%
Regular	88	52.38%
Mala	53	31.55%
Muy mala	2	1.19%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración Propia - Encuesta Realizada.

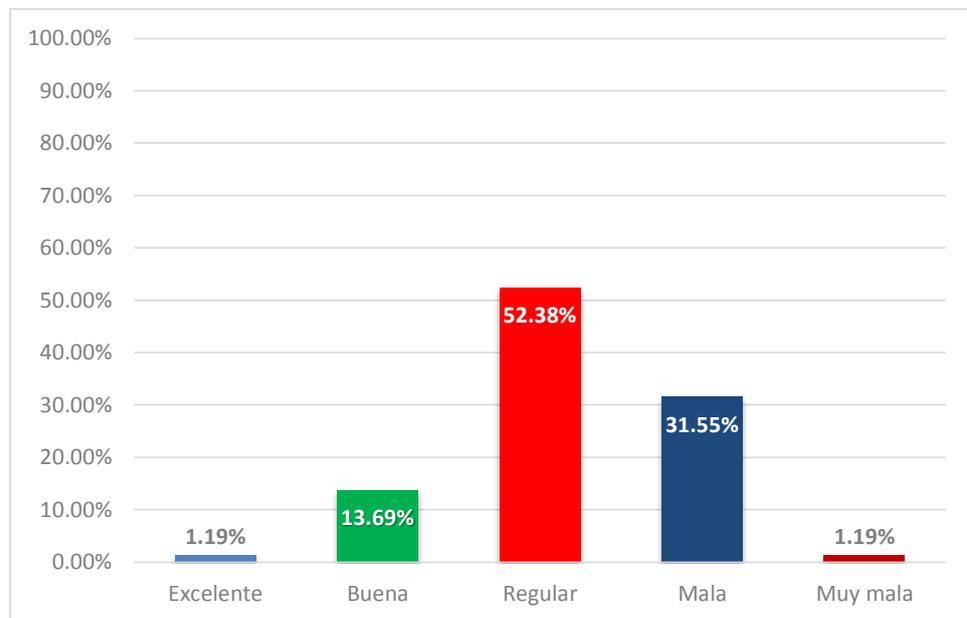


Figura 1: *La información que obtiene sobre las plagas.*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

La Tabla 11 y la Figura 1 muestran que el 1.19% indica que obtiene una Excelente información sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz, el 13.69% indica que obtiene Buena información, mientras que el 52.38% obtiene Regular información, un 31.55% indica que la información obtenida es Mala y el 1.19% obtiene información Muy mala.

Enunciado: La información sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es:

Tabla 12

Causas naturales del brote de plagas

Escala	fi	hi%
Excelente	2	1.19%
Buena	21	12.50%
Regular	85	50.60%
Mala	56	33.33%
Muy mala	4	2.38%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración Propia - Encuesta Realizada.

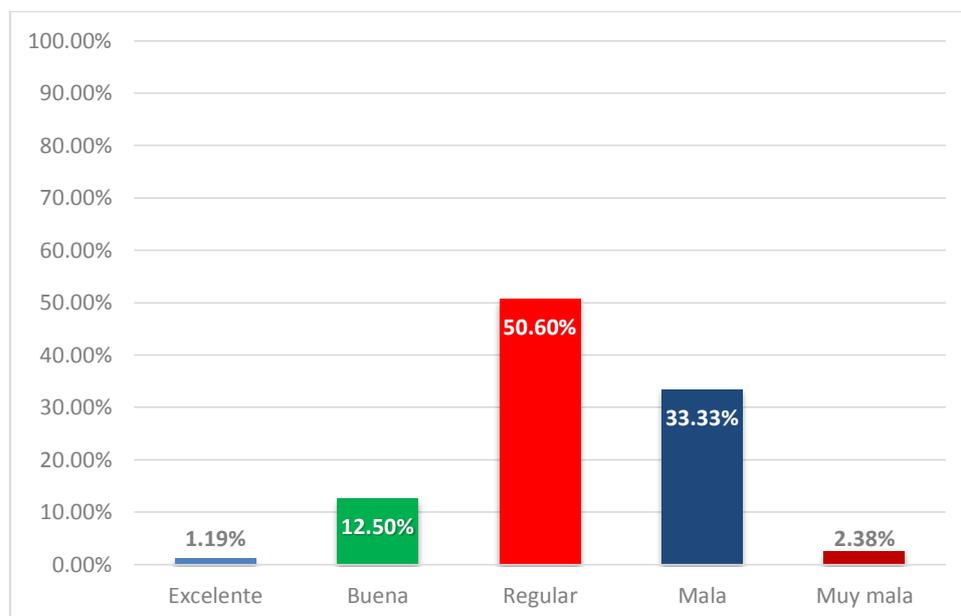


Figura 2: Causas naturales del brote de plagas

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 12 y la Figura 2 muestran que el 1.19% indica que obtiene una Excelente información sobre las causas naturales del brote de plagas en el cultivo de arroz, el 12.50% indica que obtiene Buena información, mientras que el 50.60% obtiene Regular información, un 33.33% indica que la información obtenida es Mala y el 2.38% obtiene información Muy mala.

Enunciado: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es:

Tabla 13

La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas por plagas.

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	23	13.69%
Regular	71	42.26%
Mala	61	36.31%
Muy mala	13	7.74%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

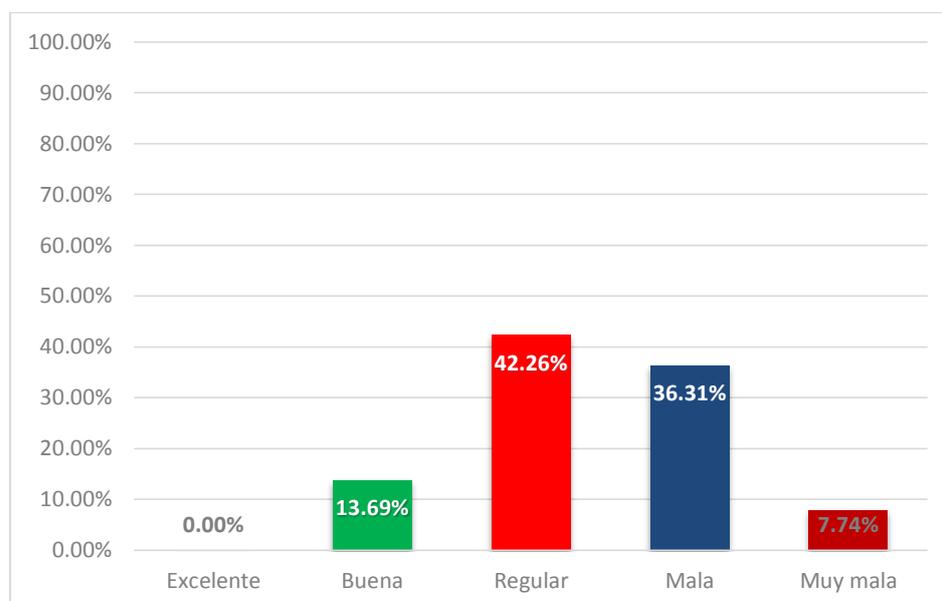


Figura 3: *La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas por plagas.*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 13 y la Figura 3 muestran que ninguno indicó que obtiene una Excelente información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz, el 13.69% indica que obtiene Buena información, mientras que el 42.26% obtiene Regular información, un 36.31% indica que la información obtenida es Mala y el 7.74% obtiene información Muy mala.

Tabla 14

Resumen del indicador 1

Escala	fi	hi%
Excelente	1	0.60%
Buena	23	13.69%
Regular	81	48.21%
Mala	57	33.93%
Muy mala	6	3.57%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

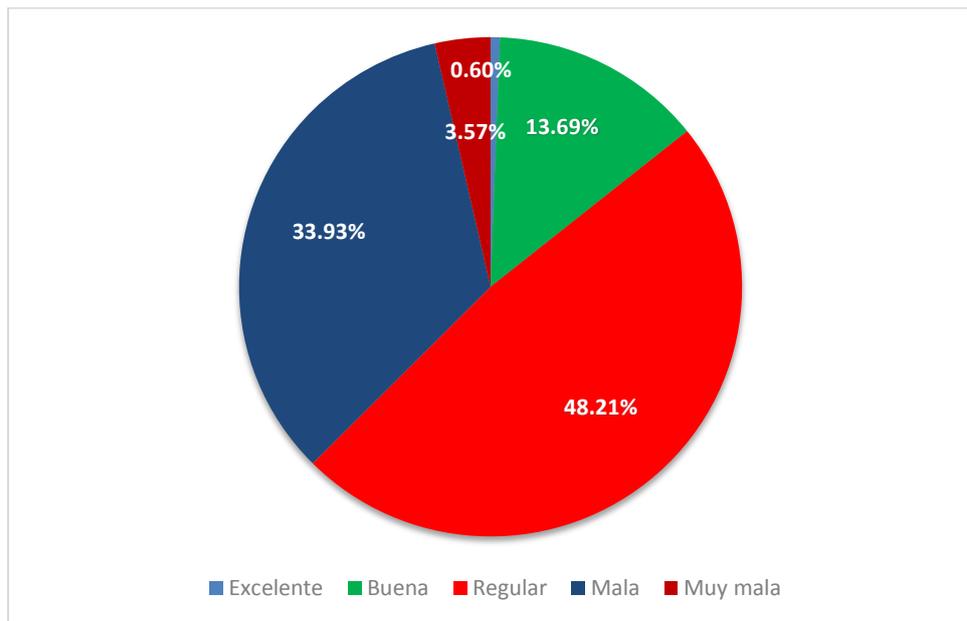


Figura 4: *Resumen del indicador 1*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 14 y la Figura 4 muestran que el 0.60% indicó que obtiene una Excelente información sobre el nivel de satisfacción sobre información de plagas, el 13.69% indica que obtiene Buena información, mientras que el 48.21% obtiene Regular información, un 33.93% indica que la información obtenida es Mala y el 3.57% obtiene información Muy mala.

Indicador 2: Nivel de satisfacción sobre información de enfermedades

Enunciado: La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:

Tabla 15

La información que obtiene sobre las enfermedades

Escala	fi	hi%
Excelente	2	1.19%
Buena	21	12.50%
Regular	82	48.81%
Mala	59	35.12%
Muy mala	4	2.38%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

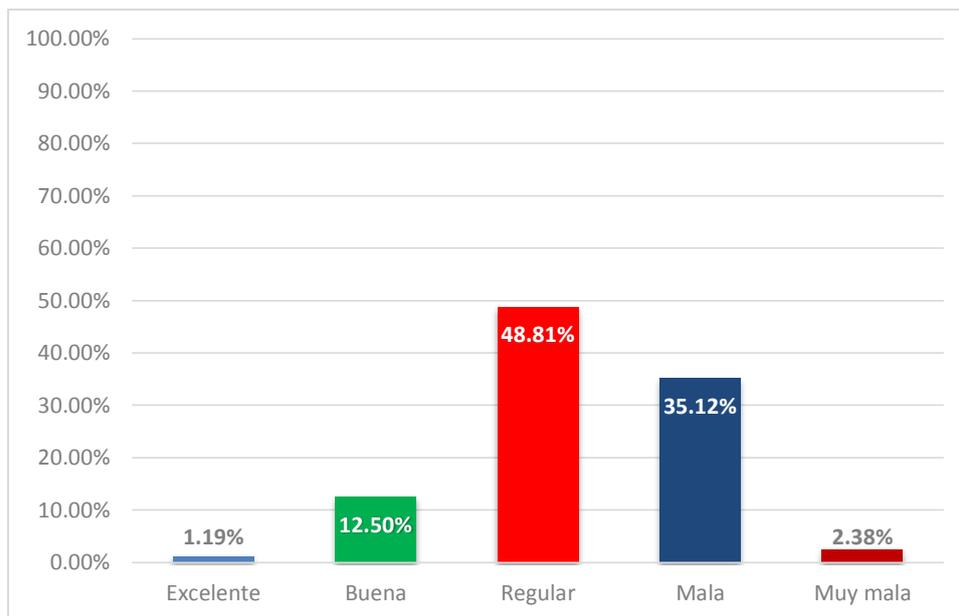


Figura 5: *La información que obtiene sobre las enfermedades*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 15 y la Figura 5 muestran que el 1.19% indica que obtiene una Excelente información sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz, el 12.50% indica que obtiene Buena información, mientras que el 48.81% obtiene Regular información, un 35.12% indica que la información obtenida es Mala y el 2.38% obtiene información Muy mala.

Enunciado: La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:

Tabla 16

Causas naturales del brote de enfermedades

Escala	fi	hi%
Excelente	1	0.60%
Buena	19	11.31%
Regular	93	55.36%
Mala	50	29.76%
Muy mala	5	2.98%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

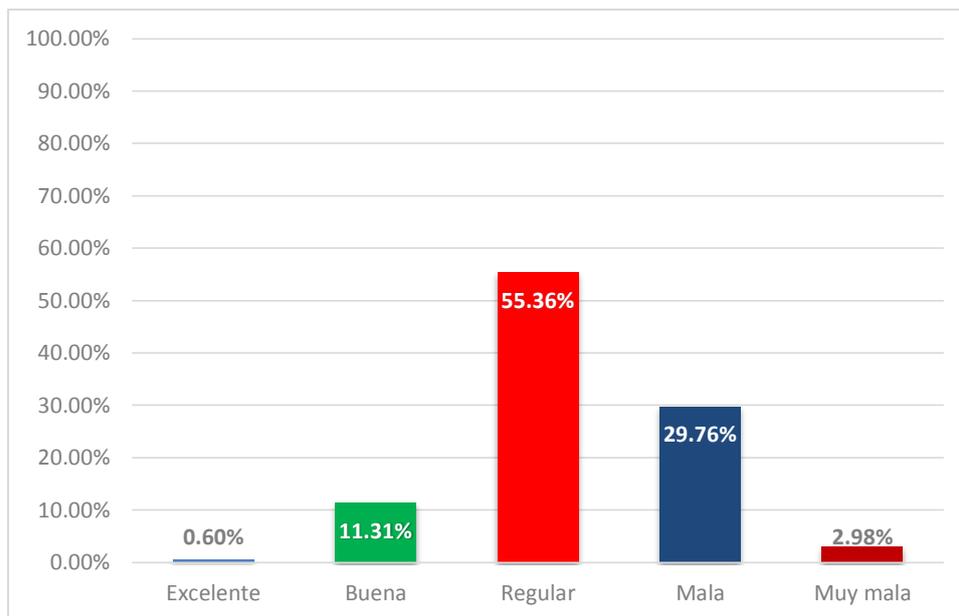


Figura 6: *Causas naturales del brote de enfermedades.*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

La Tabla 16 y la Figura 6 muestran que el 0.60% indica que obtiene una Excelente información sobre las causas naturales del brote de enfermedades en el cultivo de arroz, el 11.31% indica que obtiene Buena información, mientras que el 55.36% obtiene Regular información, un 29.76% indica que la información obtenida es Mala y el 2.98% obtiene información Muy mala.

Enunciado: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es:

Tabla 17

La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas por Enfermedades.

Escala	Fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	24	14.29%
Regular	73	43.45%
Mala	60	35.71%
Muy mala	11	6.55%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

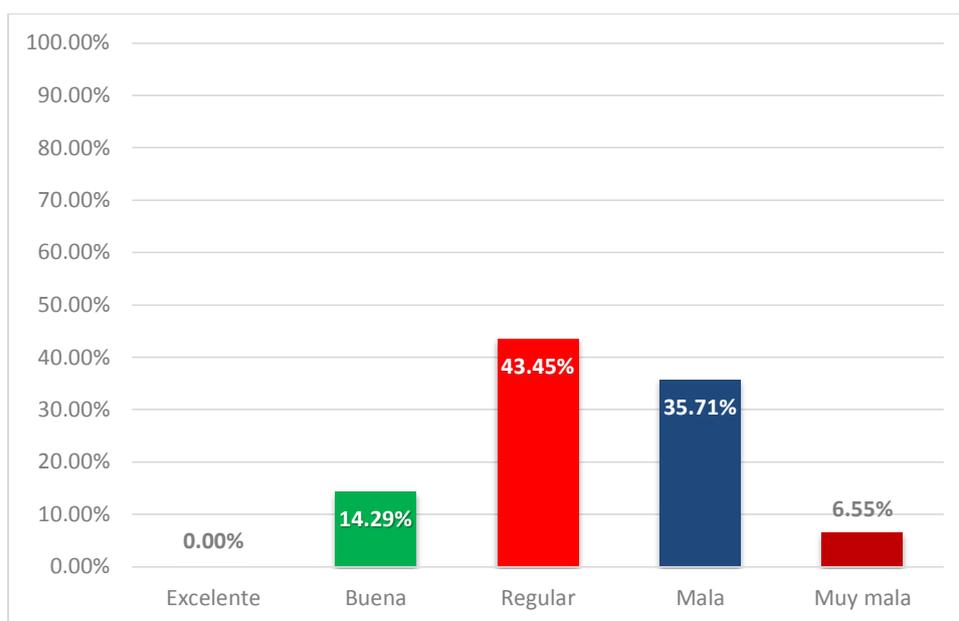


Figura 7: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas por enfermedades.

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 17 y la Figura 7 muestran que ningún sujeto de la muestra indica que obtiene una Excelente información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz, el 14.29% indica que obtiene Buena información, mientras que el 43.45% obtiene Regular información, un 37.71% indica que la información obtenida es Mala y el 6.55% obtiene información Muy mala.

Tabla 18

Resumen del indicador 2

Escala	fi	hi%
Excelente	1	0.60%
Buena	21	12.50%
Regular	83	49.40%
Mala	56	33.33%
Muy mala	7	4.17%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

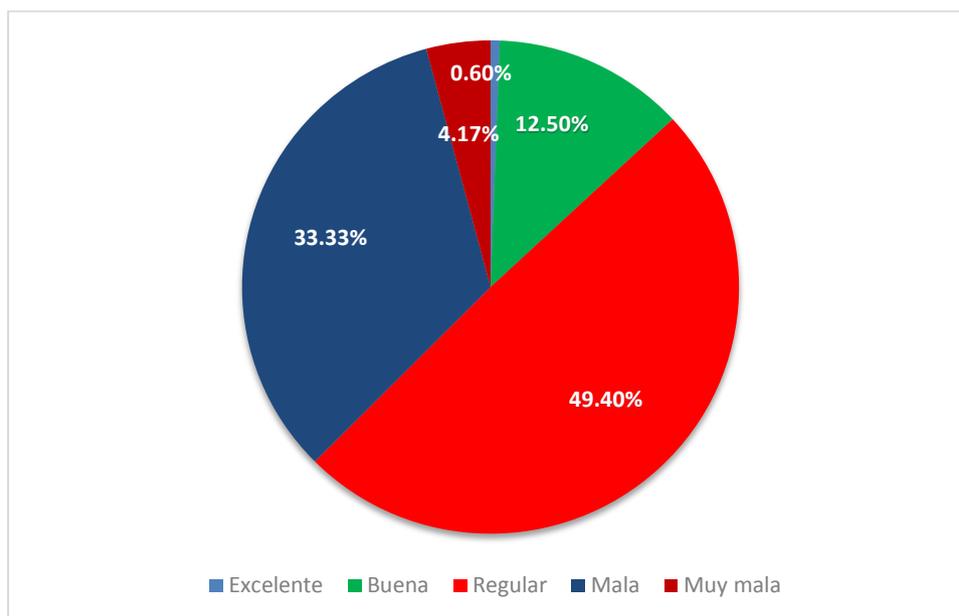


Figura 8: Resumen del indicador 2

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 18 y la Figura 8 muestran que el 0.60% indicó que obtiene una Excelente información sobre el nivel de satisfacción sobre información de enfermedades, el 12.50% indica que obtiene Buena información, mientras que el 49.40% obtiene Regular información, un 33.33% indica que la información obtenida es Mala y el 4.17% obtiene información Muy mala.

Indicador 3: Nivel de uso de la tecnología de información

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz?:

Tabla 19

Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	27	16.07%
Regular	74	44.05%
Mala	59	35.12%
Muy mala	8	4.76%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

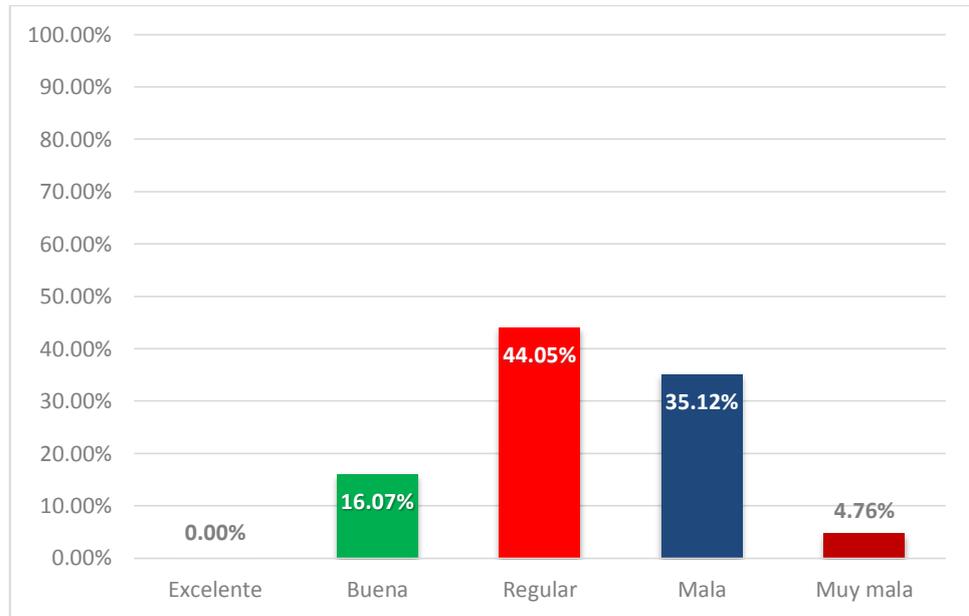


Figura 9: *Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas.*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 19 y la Figura 9 muestran que ningún sujeto de la muestra califica como Excelente el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz, el 16.07% indica que el nivel es Bueno, mientras que el 44.05% lo califica como Regular, un 35.12% indica que la que el nivel del uso es Malo y el 4.76% lo califica como Muy malo.

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz?:

Tabla 20

Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	27	16.67%
Regular	74	44.05%
Mala	59	35.12%
Muy mala	8	4.76%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

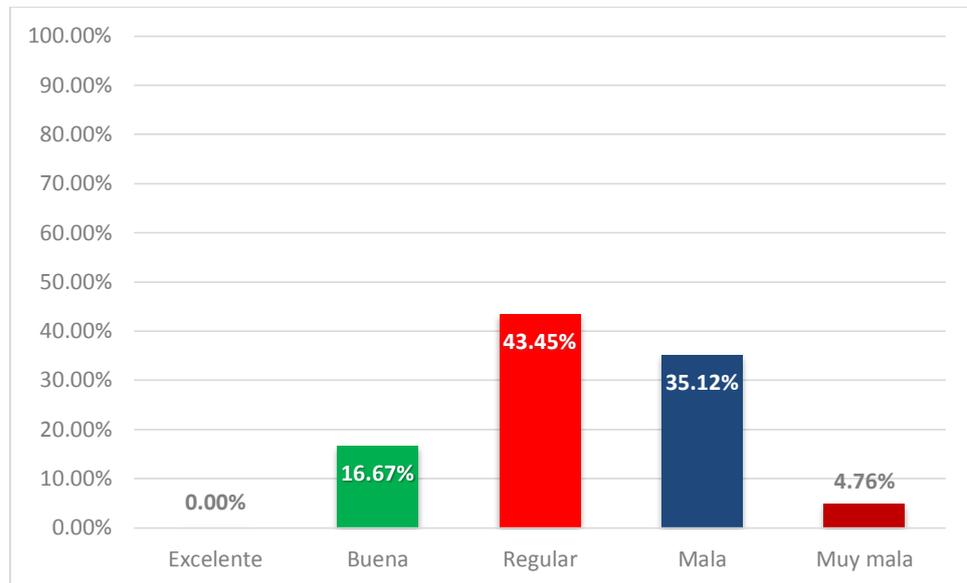


Figura 10: Calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades.

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 20 y la Figura 10 muestran que ningún sujeto de la muestra califica como Excelente el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz, el 16.67% indica que el nivel es Bueno, mientras que el 43.45% lo califica como Regular, un 35.12% indica que la que el nivel del uso es Malo y el 4.76% lo califica como Muy malo.

Enunciado: ¿Cómo considera que se aplican herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz?

Tabla 21

Consideración de la aplicación de herramientas tecnológicas

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	14	8.33%
Regular	52	30.95%
Mala	72	42.86%
Muy mala	30	17.86%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

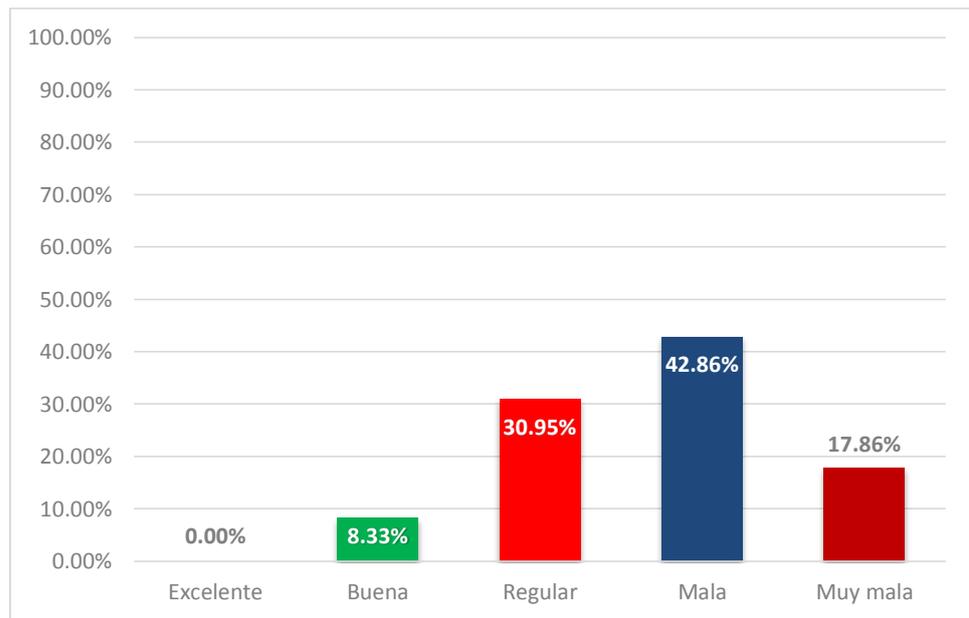


Figura 11: Consideración de la aplicación de herramientas tecnológicas.

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

La Tabla 21 y la Figura 11 muestran que ningún sujeto de la muestra califica como Excelente el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz, el 8.33% indica que el nivel es Bueno, mientras que el 30.95% lo califica como Regular, un 42.86% indica que la que el nivel del uso es Malo y el 17.86% lo califica como Muy malo.

Tabla 22

Resumen del indicador 3

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	23	13.69%
Regular	67	39.88%
Mala	63	37.50%
Muy mala	15	8.93%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

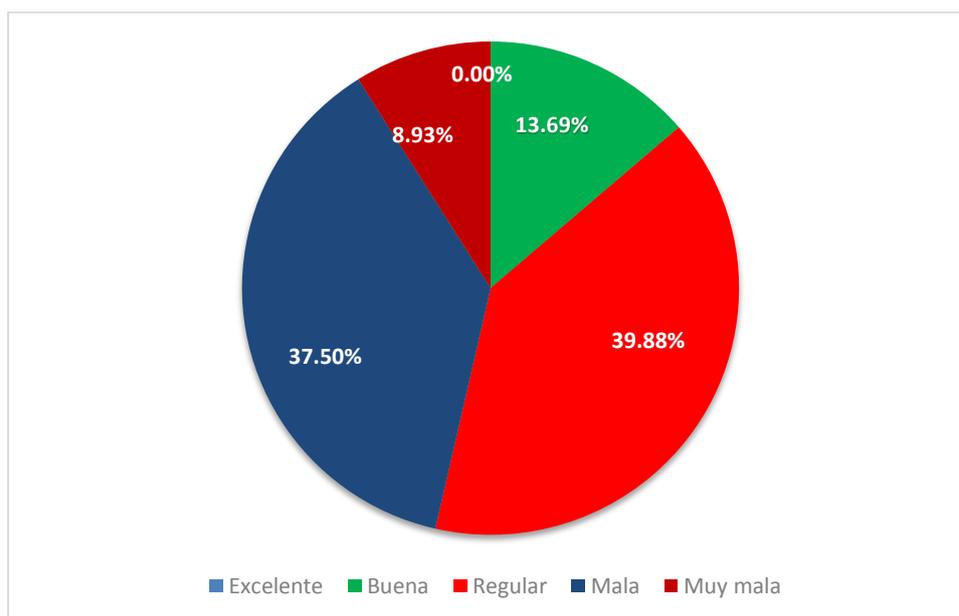


Figura 12: Resumen del indicador 3

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

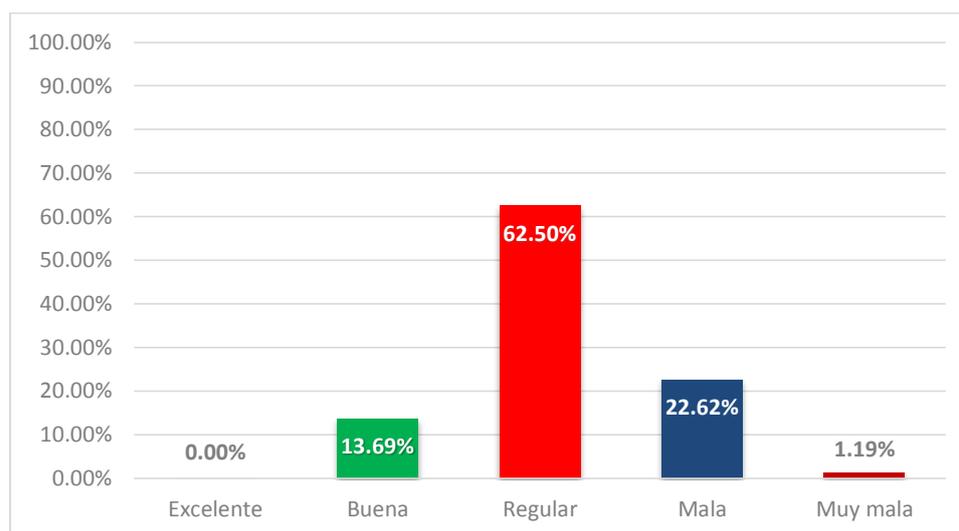
La Tabla 22 y la Figura 12 muestran que ninguno indicó que obtiene un Excelente nivel de uso de tecnologías de información, el 13.69% indica que obtiene Buena información, mientras que el 39.88% obtiene Regular información, un 37.50% indica que la información obtenida es Mala y el 8.93% obtiene información Muy mala.

Indicador 4: Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz?

Tabla 23*Calificación del nivel de consolidación de la información de plagas.*

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	23	13.69%
Regular	105	62.50%
Mala	38	22.62%
Muy mala	2	1.19%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.**Figura 13:** *Calificación del nivel de consolidación de la información de plagas.**Fuente:* Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 23 y la Figura 13 muestran que ningún sujeto de la muestra califica como Excelente el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz, el 13.69% indica que el nivel es Bueno, mientras que el 62.50% lo califica como Regular, un 22.62% indica que la que el nivel del uso es Malo y el 1.19% lo califica como Muy malo.

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz?

Tabla 24

Calificación del nivel de consolidación de la información de enfermedades

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	26	15.48%
Regular	98	58.33%
Mala	43	25.60%
Muy mala	1	0.60%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

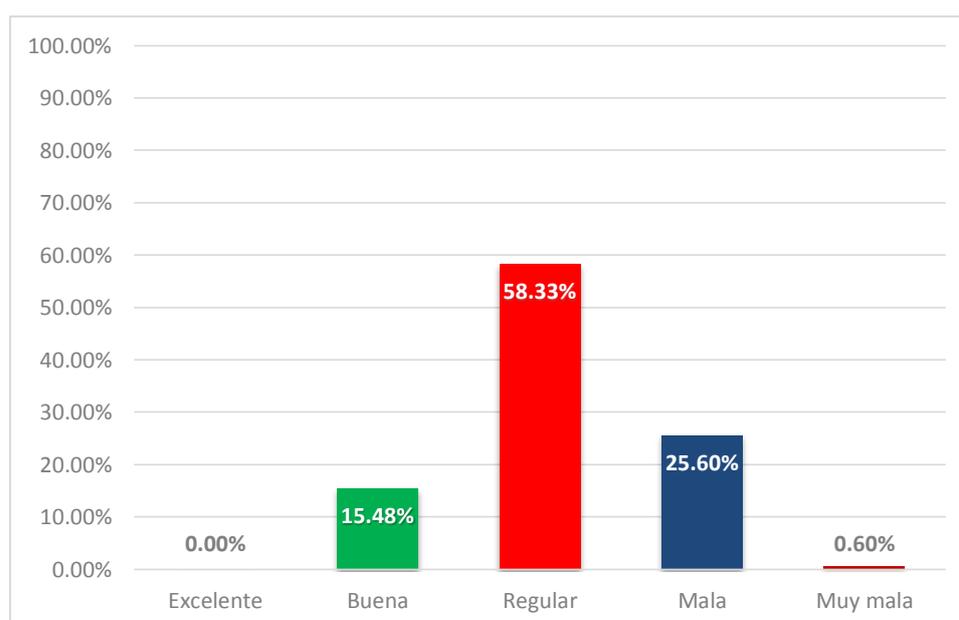


Figura 14: Calificación del nivel de consolidación de la información de enfermedades.

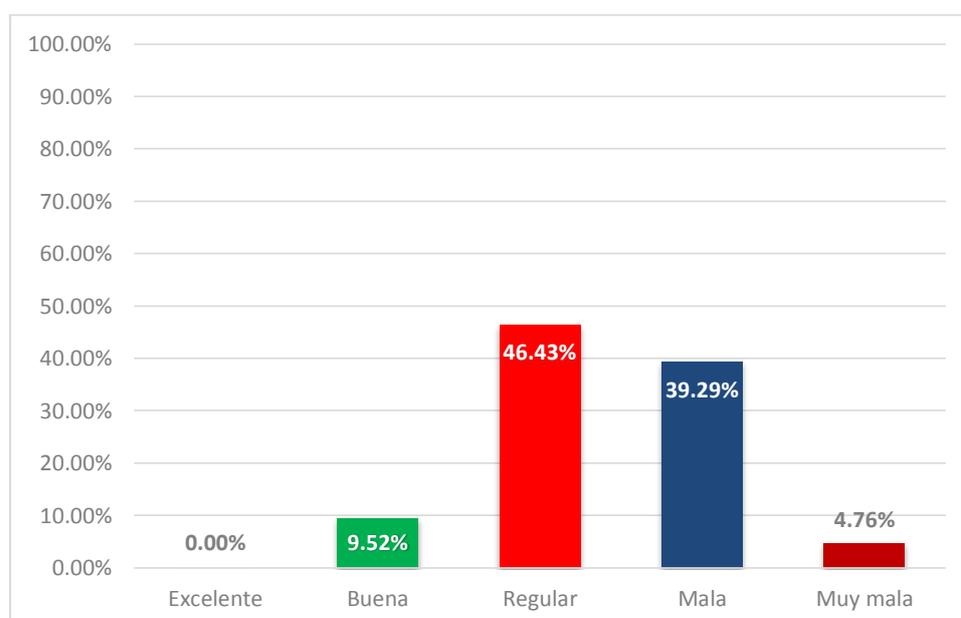
Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 24 y la Figura 14 muestran que ningún sujeto de la muestra califica como Excelente el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz, el 15.48% indica que el nivel es Bueno, mientras que el 58.33% lo califica como Regular, un 25.60% indica que la que el nivel del uso es Malo y el 0.60% lo califica como Muy malo.

Enunciado: La información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es:

Tabla 25*La información consolidada sobre plagas y enfermedades*

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	16	9.52%
Regular	78	46.43%
Mala	66	39.29%
Muy mala	8	4.76%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada**Figura 15:** *La información consolidada sobre plagas y enfermedades.**Fuente:* Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 25 y la Figura 15 muestran que ningún sujeto de la muestra califica como Excelente el nivel de consolidación de la información que le permite tomar decisiones estratégicas, el 9.52% indica que el nivel es Bueno, mientras que el 46.43% lo califica como Regular, un 39.29% indica que la que el nivel del uso es Malo y el 4.76% lo califica como Muy malo.

Tabla 26*Resumen del indicador 4*

Escala	fi	hi%
Excelente	0	0.00%
Buena	21	12.50%
Regular	94	55.95%
Mala	49	29.17%
Muy mala	4	2.38%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

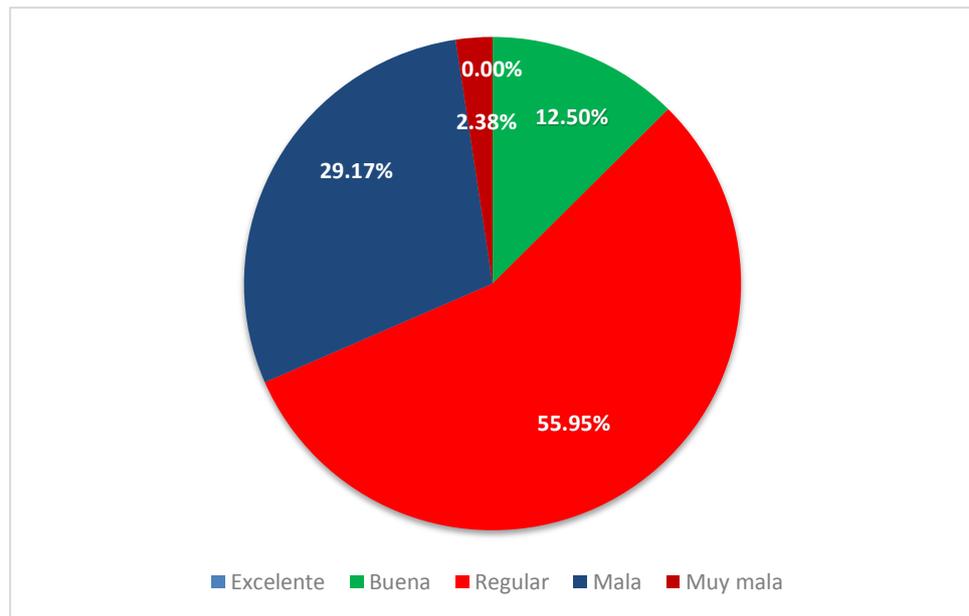


Figura 16: Resumen del indicador 4

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

La Tabla 26 y la Figura 16 muestran que ninguno indicó que obtiene un Excelente nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz, el 12.50% indica que obtiene Buena información, mientras que el 55.95% obtiene Regular información, un 29.17% indica que la información obtenida es Mala y el 2.38% obtiene información Muy mala.

3.2. Diseñar e implementar un prototipo del sistema experto basado en redes neuronales y con la validación de los especialistas de la cadena productiva del arroz de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín.

Para el diseño e implementación del prototipo del sistema experto basado en redes neuronales y con la validación de los especialistas de la cadena productiva del arroz de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín se utilizó la metodología para desarrollo de Sistemas Experto de John Durkin.

3.2.1. FASE I: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Tarea 1: Motivación para el esfuerzo

La Dirección Regional de Agricultura ha considerado el diseño y la implementación de un sistema experto para identificar las plagas y enfermedades que afectan al cultivo del arroz en el distrito de Cacatachi, provincia y región de San Martín, la dirección que cumple un papel importante de soporte técnico y especializado en el desarrollo de este cultivo, además de considerarse al arroz como una cadena agro productiva prioritaria en la región, extiende este sistema para el uso de los agricultores en su labor de producción y mejorar el manejo del mismo.

Tarea 2: Identificar problemas candidatos

Para el presente estudio, solo se ha establecido el problema de la identificación de las enfermedades y plagas del cultivo del arroz.

Tarea 3: Estudio de viabilidad

a) Requerimientos del Proyecto

- ✓ **Disponibilidad del conocimiento para la solución del problema:** Toda la información disponible que se convirtió en conocimiento fue obtenida de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín a través del especialista de esta cadena agro productiva, el Ing. Edin Vilchez.

- ✓ **Disponibilidad de un ingeniero del conocimiento:** La disponibilidad del ingeniero de conocimiento recae en el responsable de la presente investigación, quien ha modelado, diseñado e implementado el sistema experto en base al conocimiento adquirido del especialista, la dedicación del ingeniero de conocimiento es exclusiva al desarrollo de la presente investigación.
- ✓ **La solución del problema puede ser válida:** El sistema experto fue validado por el especialista de la cadena agro productiva del arroz, el Ing. Edin Vilchez y por los productores del distrito de Cacatachi.
- ✓ **Disponibilidad de fondos:** Todo el presupuesto asignado para la presente investigación estuvo a cargo del tesista.
- ✓ **Disponibilidad de software para el desarrollo del sistema:** El sistema experto está disponible y fue desarrollado en CODEIGNITER 3, Framework para el desarrollo de software, que escribe código del lado del servidor en PHP 5, utilizando el gestor de base de datos MySQL 5 y utilizando las herramientas FRONT END para el proceso de maquetación e implementación de la plantilla de trabajo: CSS3 y JQUERY.
- ✓ **Disponibilidad de computador:** La disponibilidad del sistema de experto se encuentra en una dirección URL para su mejor acceso.

Tarea 4: Descripción del proyecto

La investigación denominada: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA LA DETECCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE ARROZ EN LA DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA SAN MARTÍN,

2016, tiene la finalidad de proveer a los productores de arroz del distrito de Cacatachi y al Dirección Regional de Agricultura de San Martín, una herramienta tecnológica que permita determinar las enfermedades y plagas que se desarrollan en el cultivo de arroz, el sistema experto podrá recomendar las acciones que deben seguirse de encontrar cualquiera de estas.

3.2.2. FASE II: ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

Tarea 1: Recolección del conocimiento

Esta tarea se desarrolló a través de la consulta a bibliografía expedida por la Dirección Regional de Agricultura de San Martín y del especialista de la cadena agro productiva Ing. Edin Vilchez.

Tarea 2: Representación del conocimiento

Las redes neuronales y tabla de umbral constituyen las herramientas en el desarrollo del presente sistema experto.

3.2.3. FASE III: DISEÑO

Tarea 1: Selección de Técnica de Representación del Conocimiento

La técnica de representación del conocimiento fue a través de las redes neuronales y la tabla de Umbral para determinar los posibles conocimientos con la selección de determinados hechos.

Tarea 2: Selección de Técnica de Control

Para la técnica de control se utilizó la tabla de umbral en la se cruzó los hechos con los conocimientos, en cada cruce se asignó un valor entre 0 y 100.

Tarea 3: Selección de software de desarrollo

El sistema experto está desarrollado en el framework denominado CODEIGNITER 3, con lenguaje de programación PHP 5, utilizando el

gestor de base de datos MySQL 5 y utilizando las herramientas FRONT END CSS3 y JQUERY.

Tarea 4: Desarrollo del prototipo

✓ **Base de conocimiento:**

Se utilizó el gestor de base de datos MYSQL 5, la cual almacena los datos de los síntomas y variables edafológicas, así como las plagas y enfermedades del cultivo de arroz.

✓ **Base de Hechos:**

En este se encuentran la definición de los hechos por cada conocimiento.

✓ **Motor de inferencia:**

El motor de inferencia es el proceso que definió las posibles plagas y enfermedades del cultivo de arroz.

✓ **Desarrollo de la interfaz**

Las interfaces están desarrolladas en CODEIGNITER 3.

3.2.4. FASE IV: DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

Modelado del Negocio

a) Reglas del Negocio.

***NOMBRE DE LA REGLA:** Controlar Predicciones*

SUBREGLAS:

1. - Realizar Predicción:

- *Todo productor debe pertenecer a una asociación de productores, el cual tendrá asignado un usuario y contraseña para ingresar y poder realizar la consulta de plagas y enfermedades de los cultivos de arroz. Mediante la selección de hechos y conocimientos dentro del sistema, el usuario podrá pronosticar las 3 posibles plagas o enfermedades que pueden estar afectando a sus cultivos de arroz.*

NOMBRE DE LA REGLA: *Controlar Parámetros*

SUBREGLAS:

1.- Registrar Hecho General:

- *Se registran básicamente el agrupamiento de parámetros comunes como: Clima, Déficit hídrico, síntomas, temperatura entre otros*
- *Cada hecho general tendrá sus hechos específicos.*

2.- Registrar Hechos Específicos:

- *Se registrarán los principales síntomas de las plagas y enfermedades registrados en los hechos generales.*
- *Cada hecho específico se asignará al hecho general al que pertenece y se le asignará un peso frente a un determinado conocimiento.*

3. - Registrar Conocimientos:

- *Se registrarán las plagas y enfermedades*

4.- Registrar Asociaciones:

- *Se registran los datos generales de las asociaciones de productores de arroz.*

5.- Registrar Productores:

- *Se registran los datos generales de los productores de arroz.*
- *Se debe asignar una asociación de productores al que pertenece.*

NOMBRE DE LA REGLA: *Controlar Sistema*

SUBREGLAS:

1.- Registrar Perfil y Módulos:

- *Será el administrador quien ingresará a la aplicación mediante su usuario y contraseña, y registrará los perfiles y módulos con*

los que contará el sistema y sólo él será el encargado administrar estas opciones.

2.- Registrar Usuarios:

- *Se registrará a los usuarios (productores y administradores), ingresando sus datos propios y brindarles un usuario y contraseña.*
- *Es necesario asignarle a cada usuario un perfil de acceso al sistema.*

3.- Asignar Permisos:

- *Se asignarán los respectivos permisos de acceso a cada perfil creado. Para esto deberá existir ya como registro en el sistema los módulos y perfiles respectivos.*

NOMBRE DE LA REGLA: Reportes

SUBREGLAS:

1.- Imprimir Reportes:

- *Se debe generar el reporte de plagas de arroz por productor*
- *Se debe generar el reporte de enfermedades de arroz por productor*
- *Se debe generar el reporte de plagas y enfermedades por cada asociación de productores en un mapa de google maps.*
- *Se debe generar el reporte de plagas y enfermedades por cada distrito de una provincia en un mapa de google maps.*
- *Se debe generar el reporte de plagas y enfermedades por cada provincia en un mapa de google maps.*

b) Modelo del Negocio

Diagrama de Casos de Uso del Negocio.

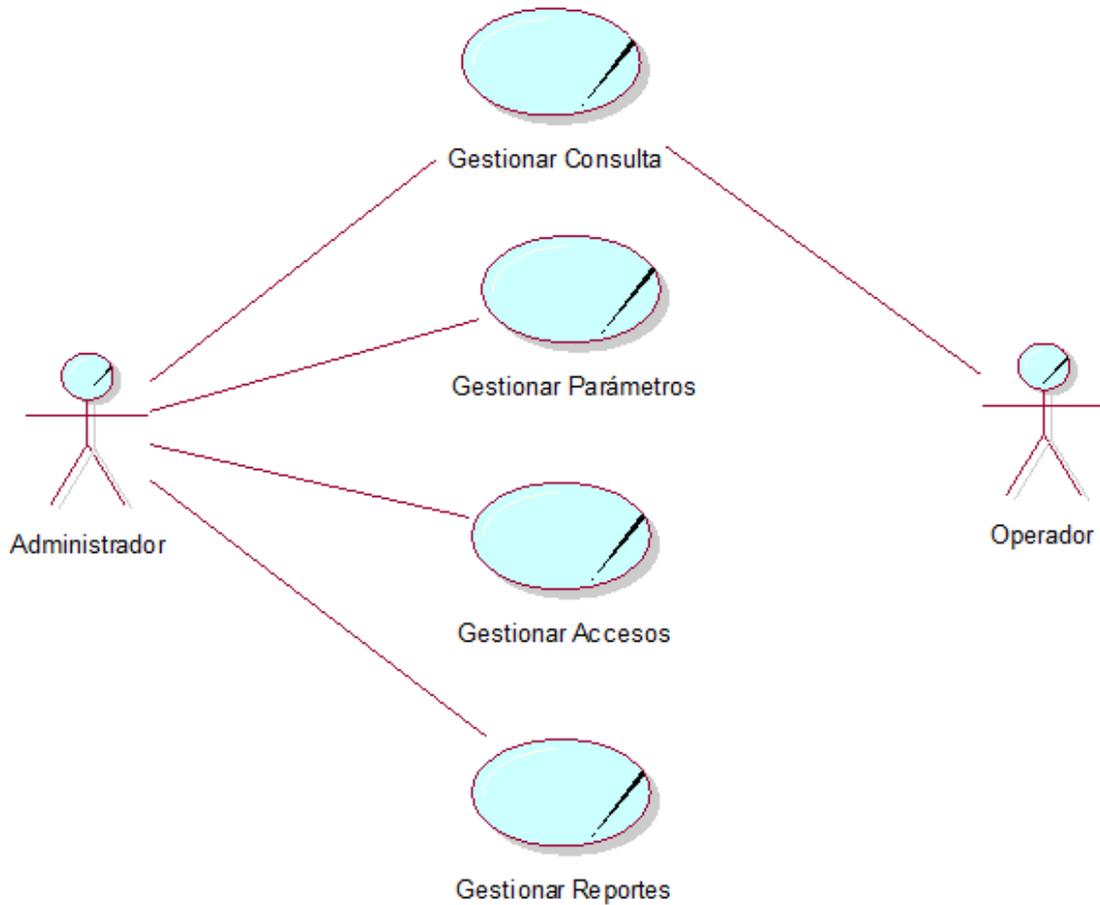


Figura 17: Diagrama de Casos de Uso del Negocio.

Especificaciones de caso de uso del negocio

A) CASO DE USO: GESTIONAR CONSULTA

DESCRIPCIÓN:

Para realizar la consulta de plagas y enfermedades de arroz, el usuario debe ingresar al sistema con un nombre de usuario y contraseña, este usuario debe ser un productor de arroz perteneciente a una asociación de productores, luego elige las opciones que le presenta el sistema en donde identifica los

posibles hechos generales (Parámetros comunes) así como sus hechos específicos (síntomas de las plagas o enfermedades) del cultivo de arroz. Esta elección de los hechos se hace una sola vez para determinar los Conocimientos del Sistema Experto (plagas o enfermedades). Una vez elegida las opciones el sistema debe reportar un resultado con las posibles plagas o enfermedades (3 principales) con su respectivo gráfico de torta y sus porcentajes, al pasar el mouse por cada uno de ellos se deben mostrar el tratamiento y las medidas de prevención correspondiente como una ventana emergente para cada uno.

OBJETIVOS:

- *Pronosticar las 3 principales posibles plagas o enfermedades que puedan estar afectando a un determinado cultivo de arroz.*

RESPONSABLES: *Administrador y Operador*

B) CASO DE USO: GESTIONAR PARÁMETROS

DESCRIPCIÓN:

Se registran los siguientes datos:

Hechos Generales. *Se registran los hechos generales con la siguiente información: nombre del hecho general, descripción (Plagas o Enfermedades), posible tratamiento, medidas de prevención.*

Hechos Específicos. *Se registran los hechos específicos con la siguiente información: nombre del hecho específico, hecho general al que pertenece y peso del hecho frente al conocimiento.*

Conocimientos. *Se registran las Conocimientos con la siguiente información: nombre del conocimiento, descripción del conocimiento. Los conocimientos serán los siguientes:*

Germinación, Plántula, Macollamiento, Floración y Maduración.

Asociaciones. *Se registran asociación de productores con la siguiente información: nombre de la asociación, nombre del representante legal, dirección, teléfono de contacto.*

Productores. *Se registra al productor de arroz con la siguiente información: número de DNI, nombre completo, dirección, teléfono de contacto, distrito y provincia a la que pertenece.*

OBJETIVOS:

- *Registrar los parámetros generales con los que trabajará el sistema para predecir los resultados de cada proceso (hechos generales y específicos y los conocimientos).*
- *Registrar los datos de la asociación de productores y los productores que los conforman.*
- *Registrar los distritos y las provincias que abarcará el estudio del proyecto.*

C) CASO DE USO: GESTIONAR ACCESOS

DESCRIPCIÓN:

Se registran los usuarios del sistema, los usuarios poseen perfiles que puede ser: Administrador y Operador. El administrador tiene acceso a todo el sistema y el operador sólo al módulo de predicción.

Además, se registran los módulos del sistema y se registran los permisos por cada perfil. Como lo haría cualquier sistema informático que presenta la opción de ingresar con datos como usuario y contraseña.

OBJETIVOS:

- *Registrar a los usuarios de la aplicación y brindarles un usuario y contraseña.*
- *Dar permisos de acceso a los usuarios registrados según el perfil que se les asigne.*

D) CASO DE USO: GESTIONAR REPORTES

DESCRIPCIÓN:

Se debe generar el reporte de plagas de arroz por productor.

Se debe generar el reporte de enfermedades de arroz por productor.

Se debe generar el reporte de plagas y enfermedades por cada asociación de productores en un mapa de google maps.

OBJETIVO:

- *Generar e imprimir reportes.*

c) Modelo del Dominio

Diagrama del Dominio del problema

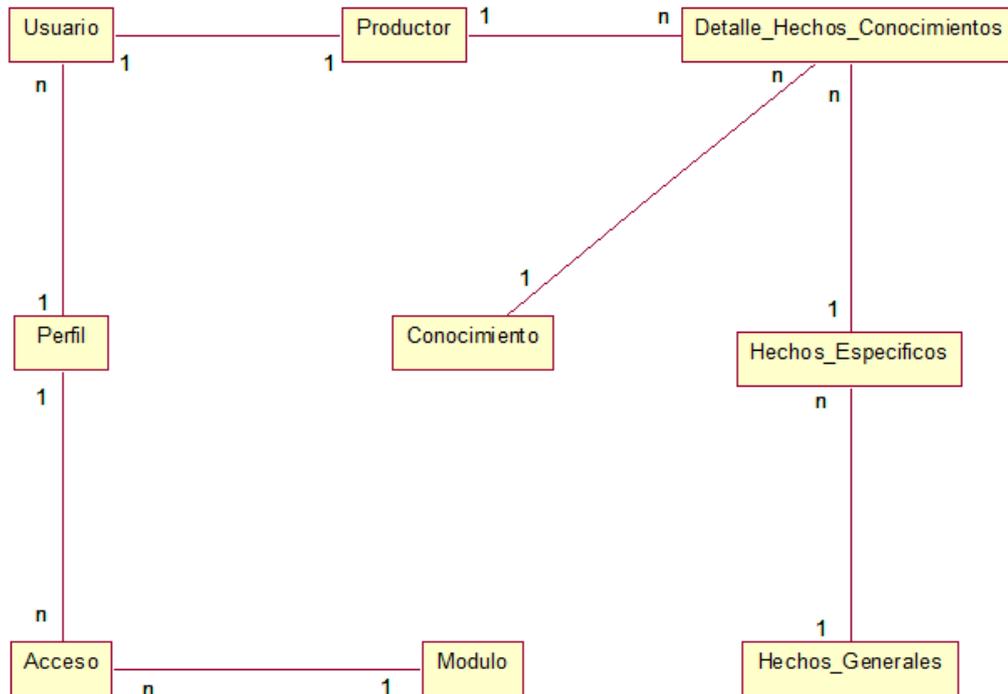


Figura 18: Diagrama del dominio del problema...

3.2.1.2. Requerimientos

a) Modelo de requerimiento

Diagramas de casos de usos.

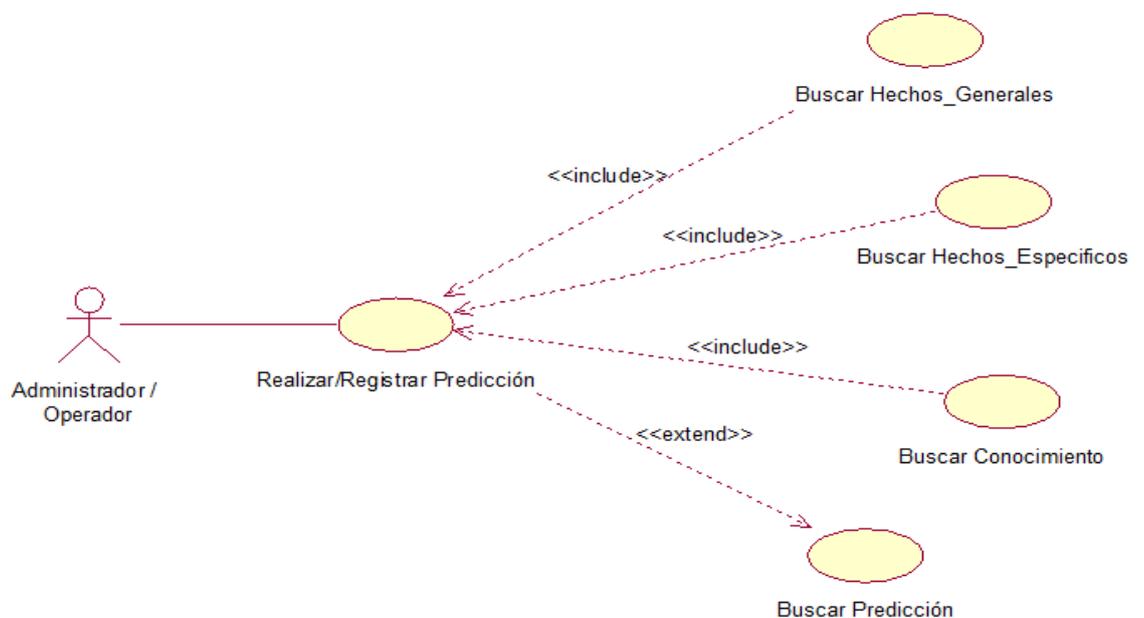


Figura 19: Diagrama del caso de uso gestionar consulta

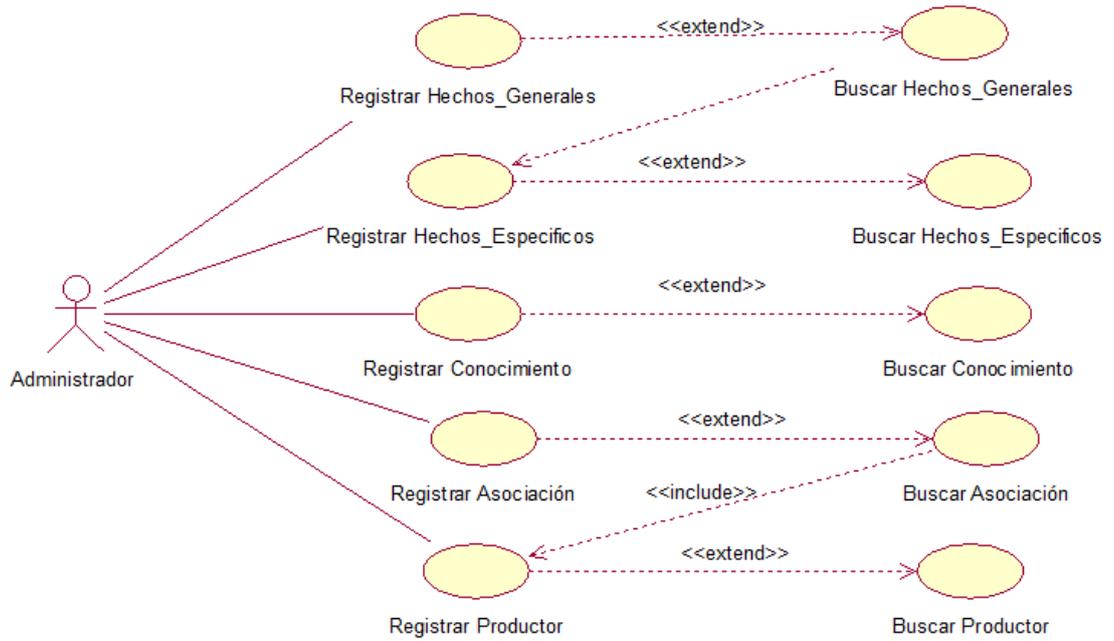


Figura 20: Diagrama del caso de uso gestionar parámetros

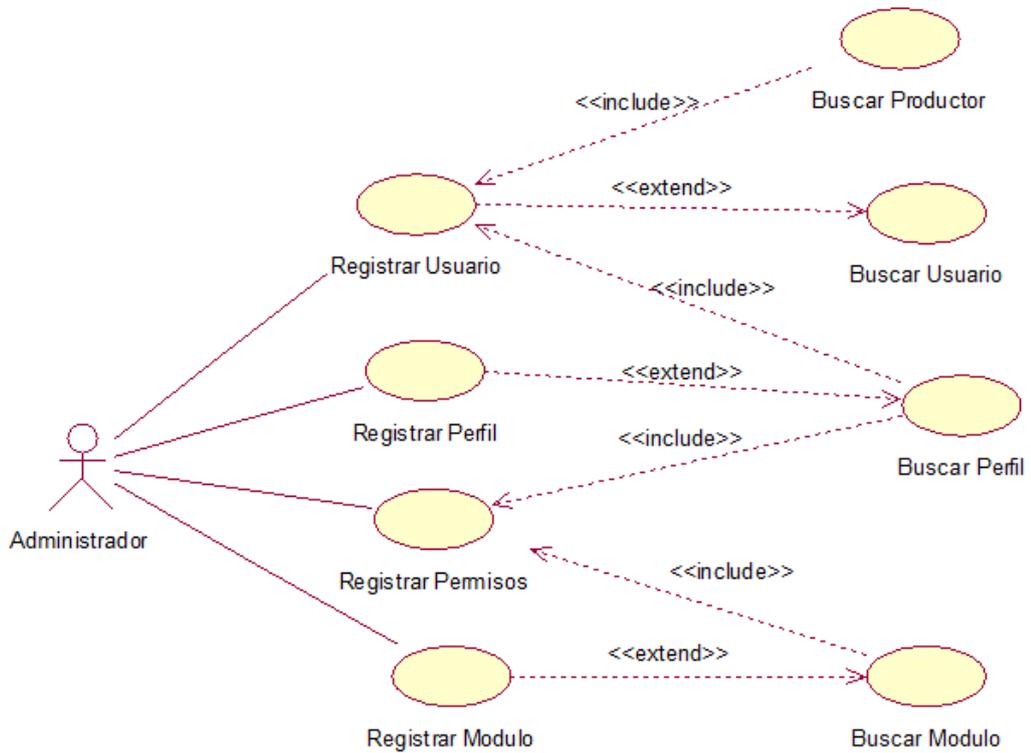


Figura 21: Diagrama del caso de uso gestionar accesos.

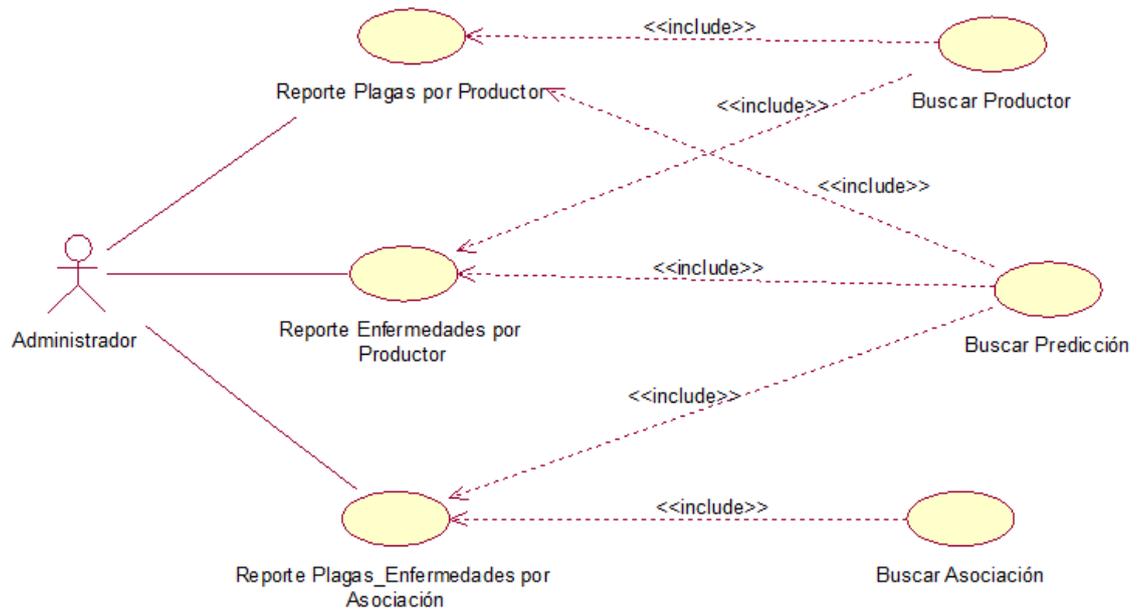


Figura 22: Diagrama del caso de uso gestionar reportes.

Especificaciones de los casos de uso de requerimiento.

Tabla 27

Especificación del caso de uso, realizar/registrarse predicción

Caso de Uso	Realizar/Registrar Predicción
Actores	Administrador / Operador
Propósito	Realizar la predicción de las 3 posibles plagas o enfermedades que pueden estar afectando a un determinado cultivo de arroz, seleccionando parámetros del sistema de acuerdo al criterio y veracidad del usuario.
Resumen	Permite predecir las 3 posibles plagas o enfermedades que pueden estar afectando a un cultivo de arroz.
Precondición	Productor registrado, registrar hecho general, registrar hecho específico, registrar conocimientos.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar con usuario y contraseña. 2. Seleccionar las plagas o enfermedades y sus posibles síntomas, que presenta el cultivo de arroz. 3. El sistema reporta las 3 posibles plagas o enfermedades que pueden estar afectando al cultivo. <p style="margin-left: 20px;"> Seleccionar hecho general.....(A1) Seleccionar hecho específico ..(A2) Seleccionar conocimiento(A3) </p>

INCLUSIÓN

	A1: Seleccionar hecho general. El operador selecciona hechos generales que muestra el sistema (Parámetros comunes).	
Flujo Alternativo	A2: Seleccionar hechos específicos. El operador selecciona hechos específicos que aparecerán dependiendo de los hechos generales que haya seleccionado previamente en el sistema (síntomas de las plagas o enfermedades). A3: Seleccionar conocimientos. El operador selecciona las plagas o enfermedades que muestra el sistema como conocimientos.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28

Especificación del caso de uso, registrar hechos generales

Caso de uso	Registrar hecho general	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar los hechos generales que servirán para agrupar los síntomas de las posibles plagas o enfermedades que afectan a los cultivos de arroz a través del sistema.	
Resumen	Permite registrar los hechos generales en el sistema.	
Precondición	Ninguno.	
Flujo básico	1. Nuevo hecho general. 2. Modificar hecho general. 3. Eliminar hecho general.	Ninguno
Flujo alternativo	INCLUSIÓN Ninguno.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29*Especificación del caso de uso, registrar hechos específicos*

Caso de uso	Registrar hechos específicos		
Actores	Administrador		
Propósito	Registrar los hechos específicos (síntomas) que servirán para pronosticar las plagas o enfermedades que afectan a los cultivos de arroz a través del sistema. Se asigna un hecho general a cada hecho específico en registro.		
Resumen	Permite registrar los hechos específicos en el sistema.		
Precondición	Registrar hecho general.		
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nuevo hecho específico. 2. Modificar hecho específico. Seleccionar hecho general.....(A1) 3. Eliminar hecho específico. 		
Flujo alternativo	INCLUSIÓN A1: Seleccionar hecho general. El usuario selecciona el hecho general al que pertenece el hecho específico en registro.		
Excepción	Paso	Acción	

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 30***Especificación del caso de uso, registrar conocimientos*

Caso de uso	Registrar Conocimientos		
Actores	Administrador		
Propósito	Registrar las plagas o enfermedades que el sistema tomará como conocimientos, los cuales servirán para consultar las posibles plagas o enfermedades que pueden estar afectando al cultivo de arroz en estudio haciendo uso del sistema.		
Resumen	Permite registrar los conocimientos en el sistema.		
Precondición	Ninguno.		
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nuevo conocimiento. 2. Modificar conocimiento. Ninguno 3. Eliminar conocimiento. 		
Flujo alternativo	INCLUSIÓN Ninguno.		
Excepción	Paso	Acción	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

Especificación del caso de uso, registrar asociación

Caso de uso	Registrar asociación	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar los datos generales de la asociación de productores de arroz en el sistema.	
Resumen	Permite registrar los datos generales de la asociación de productores de arroz.	
Precondición	Ninguno.	
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nueva asociación de productores. 2. Modificar asociación de productores. 3. Eliminar Asociación de Productores. 	Ninguno
Flujo Alternativo	INCLUSIÓN Ninguno.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32

Especificación del caso de uso, registrar productor

Caso de uso	Registrar productor	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar los datos generales de los productores de arroz que pertenecen a la asociación y asignarles posteriormente un usuario y contraseña.	
Resumen	Permite registrar a los productores de arroz en el sistema.	
Precondición	Registrar asociación, registrar provincias y distritos.	
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nuevo productor. 2. Modificar productor. 3. Eliminar productor. 	Buscar asociación..... (A1) Buscar provincia..... (A2) Buscar distrito (A3)

INCLUSIÓN		
Flujo alternativo	A1: Buscar asociación. Busca la asociación de productores al cual pertenece el productor en registro.	
	A2: Buscar provincia. Busca la provincia al cual pertenece el productor en registro.	
	A3: Buscar distrito. Busca el distrito al cual pertenece el productor en registro.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

Especificación del caso de uso, registrar provincia

Caso de Uso	Registrar Provincia	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar las provincias al que pertenecen los cultivos de arroz en estudio.	
Resumen	Permite registrar las provincias en el sistema.	
Precondición	Ninguno.	
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nueva provincia. 2. Modificar Provincia. 3. Eliminar Provincia. 	Ninguno.
Flujo Alternativo	INCLUSIÓN Ninguno.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34

Especificación de caso de uso registrar distrito

Caso de uso	Registrar distrito	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar los distritos que conforman las provincias registradas en el sistema.	
Resumen	Permite registrar los distritos de las provincias registradas en el sistema.	
Precondición	Provincias registradas.	

Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nuevo distrito. 2. Modificar distrito. 3. Eliminar distrito. 	Buscar provincia(A1)
Flujo alternativo	INCLUSIÓN	
	A1: Buscar provincia. Busca la provincia al cual pertenece el distrito en registro.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35

Especificación de caso de uso, registrar módulo

Caso de uso	Registrar Módulo	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar los módulos del sistema.	
Resumen	Permite al administrador registrar los módulos del sistema.	
Precondición	Ninguno.	
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nuevo módulo del sistema. 2. Modificar módulo del sistema. 3. Eliminar módulo del sistema. 	Ninguno
Flujo alternativo	INCLUSIÓN	
	Ninguno	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Especificación del caso de uso, registrar perfil

Caso de uso	Registrar Perfil	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar los perfiles de usuario del sistema.	
Resumen	Permite al administrador registrar los perfiles de usuario del sistema.	
Precondición	Ninguno.	

Flujo básico	1. 2. Nuevo Perfil. 3. Modificar Perfil. 4. Eliminar Perfil.	Ninguno.
Flujo alternativo	INCLUSIÓN	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Especificación del caso de uso, registrar usuario

Caso de uso	Registrar Usuario	
Actores	Administrador	
Propósito	Registrar a los usuarios del sistema.	
Resumen	Permite registrar a los usuarios del sistema.	
Precondición	Registrar perfil, registrar productor.	
Flujo básico	1. Nuevo usuario. 2. Modificar usuario. 3. Eliminar usuario.	Buscar perfil(A1) Buscar productor(A2)
Flujo alternativo	INCLUSIÓN A1: Buscar perfil. Busca un perfil de usuario por su nombre para asignársele al usuario. A2: Buscar productor. Busca al productor que se asignará un usuario y contraseña.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38

Especificación del caso de uso registrar accesos

Caso de uso	Registrar accesos	
Actores	Administrador	
Propósito	Asignar accesos a los usuarios del sistema.	
Resumen	Permite al administrador asignar permisos de acceso a los usuarios del	

	sistema.		
Precondición	Perfiles registrados, módulos registrados.		
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asignar permisos de acceso a un perfil de usuario seleccionado, dando check a los módulos que tendrá acceso y luego guardar. 2. Quitar permisos de acceso a un perfil de usuario seleccionado, dando check a los módulos que tendrá acceso y luego guardar. 	Buscar perfil (A1) Buscar módulo..... (A2)	
	INCLUSIÓN		
Flujo alternativo	<p>A1: Buscar perfil. Busca un perfil de usuario por su nombre.</p> <p>A2: Buscar módulo. Va asignando dando check a los módulos a los que tiene permiso de acceso el perfil seleccionado.</p>		
Excepción		Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Especificación del caso de uso reporte de plagas de arroz por productor

Caso de uso	Reporte de plagas de arroz por productor		
Actores	Administrador		
Propósito	Generar e imprimir el reporte de plagas de arroz por productor.		
Resumen	Permite generar e imprimir el reporte de plagas de arroz por productor.		
Precondición	Registro de una predicción de plagas de arroz por parte de un productor en el sistema.		
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el productor y visualizar los resultados de plagas del cultivo de arroz que realizó. 	Buscar productor(A) Buscar predicción(A2)	
	INCLUSIÓN		
Flujo alternativo	<p>A1: Buscar productor. Busca a un productor específico.</p> <p>A2: Buscar predicción. Busca las plagas registradas en las predicciones registradas por el productor seleccionado y se visualizan en el reporte.</p>		
Excepción		Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40

Especificación del caso de uso reporte de enfermedades de arroz por productor.

Caso de uso	Reporte de Enfermedades de Arroz por Productor		
Actores	Administrador		
Propósito	Generar e imprimir el reporte de enfermedades de arroz por productor.		
Resumen	Permite generar e imprimir el reporte de enfermedades de arroz por productor.		
Precondición	Registro de una predicción de enfermedades de arroz por parte de un productor en el sistema.		
Flujo básico	1. Seleccionar el productor y visualizar las predicciones de enfermedades del cultivo de arroz que realizó.	Buscar productor(A)	Buscar predicción(A2)
Flujo Alternativo	<p>INCLUSIÓN</p> <p>A1: Buscar productor. Busca a un productor específico.</p> <p>A2: Buscar predicción. Busca las enfermedades mostradas en las predicciones registradas por el productor seleccionado y se visualizan en el reporte.</p>		
Excepción	Paso	Acción	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41

Especificación del caso de uso reporte de plagas y enfermedades por cada asociación de productores visualizadas en un mapa de google maps.

Caso de uso	Reporte de Plagas y Enfermedades por cada Asociación de Productores visualizadas en un mapa de Google Maps		
Actores	Administrador		
Propósito	Generar e imprimir el reporte de plagas y enfermedades por cada asociación de productores visualizadas en un mapa de google maps.		
Resumen	Permite generar e imprimir el reporte de plagas y enfermedades por cada asociación de productores.		

Precondición	Predicciones y asociaciones registradas.	
Flujo básico	1. Seleccionar la asociación de productores y se visualizará en el reporte las plagas y enfermedades de los cultivos que pertenecen a la asociación de productores seleccionadas.	Buscar asociación(A1) Buscar predicción(A2)
Flujo alternativo	INCLUSIÓN A1: Buscar asociación. Busca las asociaciones registradas y los muestra al usuario para poder seleccionarlas. A2: Buscar predicción. Busca las predicciones hechas por los productores de la asociación seleccionada y muestra en el reporte las plagas y enfermedades más predichas.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42

Especificación del caso de uso reporte de plagas y enfermedades por cada distrito de una provincia visualizadas en un mapa de google maps.

Caso de uso	reporte de plagas y enfermedades por cada distrito de una provincia visualizadas en un mapa de google maps	
Actores	Administrador	
Propósito	generar e imprimir el reporte de plagas y enfermedades por cada distrito de una provincia visualizadas en un mapa de google maps.	
Resumen	Permite generar e imprimir el reporte de plagas y enfermedades por cada distrito de una provincia.	
Precondición	Predicciones, provincias y distritos registrados.	
Flujo básico	1. Seleccionar la provincia y el distrito y se visualizará en el reporte las plagas y enfermedades de los cultivos que pertenecen al distrito seleccionado.	Buscar provincia(A1) Buscar distrito(A2) Buscar predicción(A3)
Flujo alternativo	INCLUSIÓN A1: Buscar provincia. Buscar y seleccionar una provincia. A2: Buscar distrito. Al seleccionar la provincia, se mostrarán los	

	distritos que lo conforman y se podrá seleccionar el distrito requerido para el reporte.	
	A3: Buscar predicción. Al seleccionar el distrito, se mostrará en el reporte las plagas y enfermedades más comunes en dicho distrito.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

Especificación del caso de uso reporte de plagas y enfermedades por cada provincia visualizadas en un mapa de google maps.

Caso de uso	Reporte de Plagas y Enfermedades por cada Provincia visualizadas en un mapa de Google Maps	
Actores	Administrador	
Propósito	Generar e imprimir el reporte de plagas y enfermedades por cada provincia visualizadas en un mapa de google maps.	
Resumen	Permite generar e imprimir el reporte de plagas y enfermedades por provincia.	
Precondición	Predicciones y provincias registradas.	
Flujo básico	1. Seleccionar una provincia y se visualizará en el reporte las plagas y enfermedades de los cultivos que pertenecen a la provincia seleccionada.	Buscar provincia(A1) Buscar predicción(A2)
	INCLUSIÓN	
Flujo alternativo	A1: Buscar provincia. Busca y selecciona una provincia. A2: Buscar predicción. Al seleccionar una provincia, se muestra en el reporte las plagas y enfermedades más comunes en la provincia seleccionada.	
Excepción	Paso	Acción

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. FASE V: ELABORACIÓN

3.2. Actor y diseño

3.2.2. Modelo de análisis

3.2.2.1. Diagramas de colaboraciones

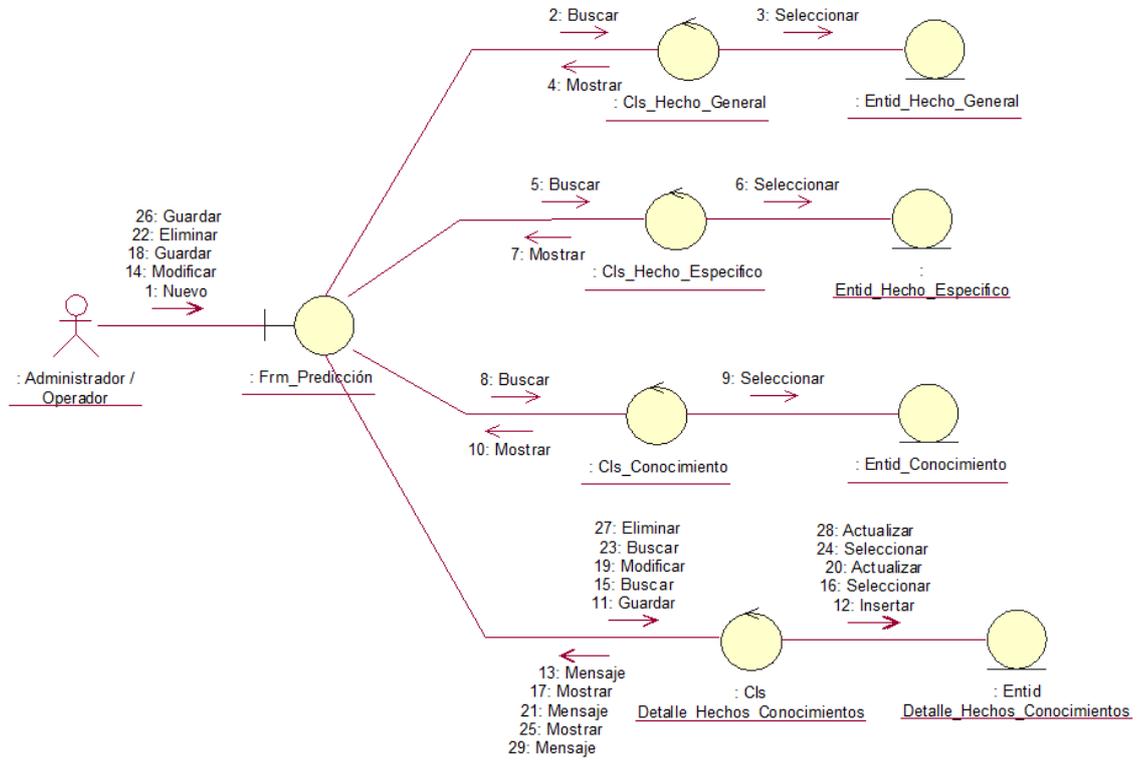


Figura 23: Diagrama de colaboración realizar/registrar predicción.

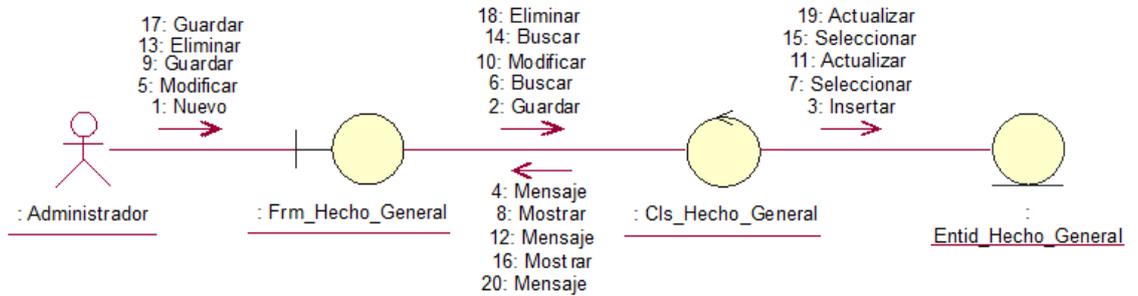


Figura 24: Diagrama de colaboración registrar hechos generales.

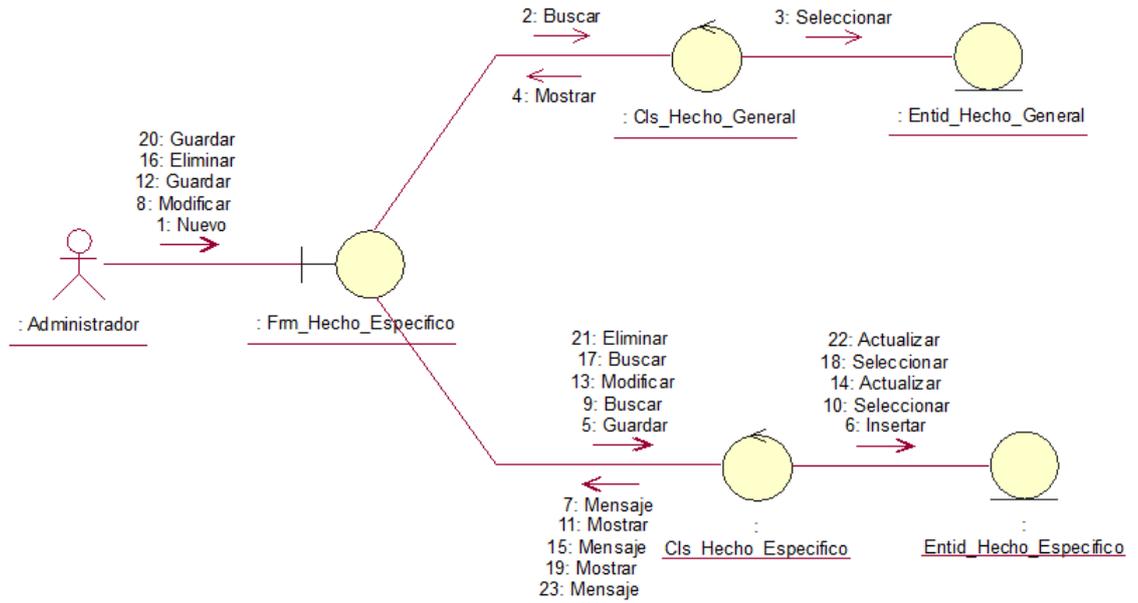


Figura 25: Diagrama de colaboración registrar hechos específicos.

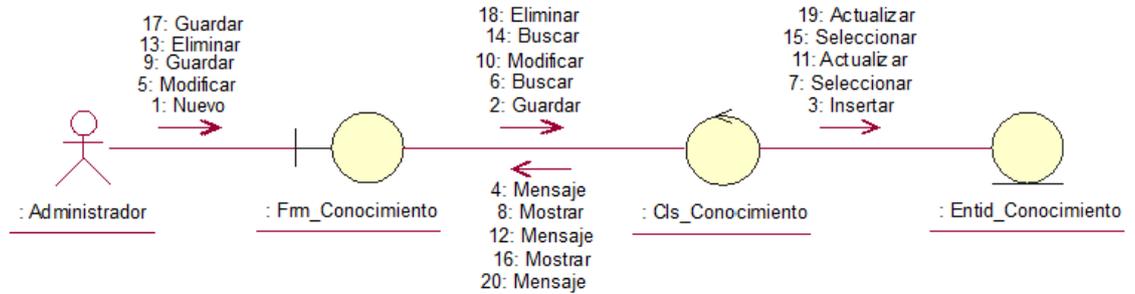


Figura 26: Diagrama de colaboración registrar conocimientos.

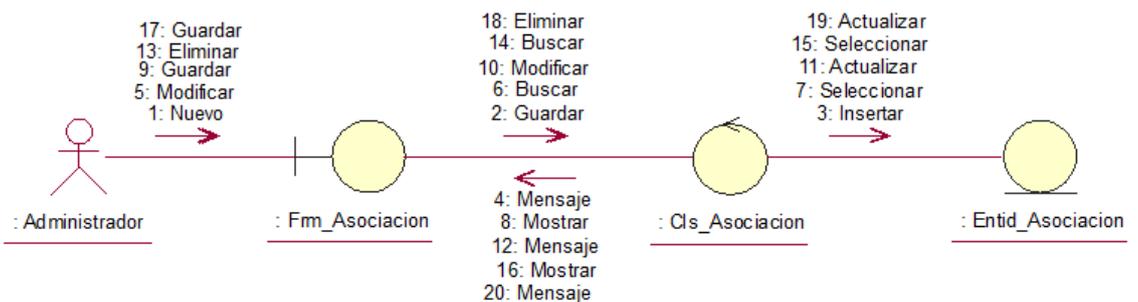


Figura 27: Diagrama de colaboración registrar asociación.

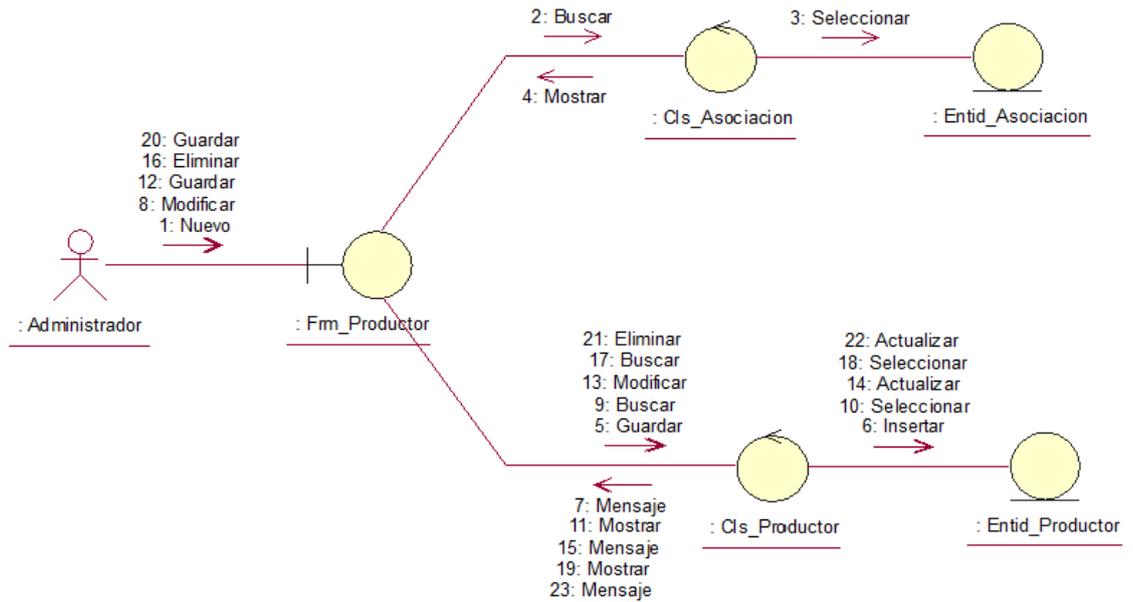


Figura 28: Diagrama de colaboración registrar productor.

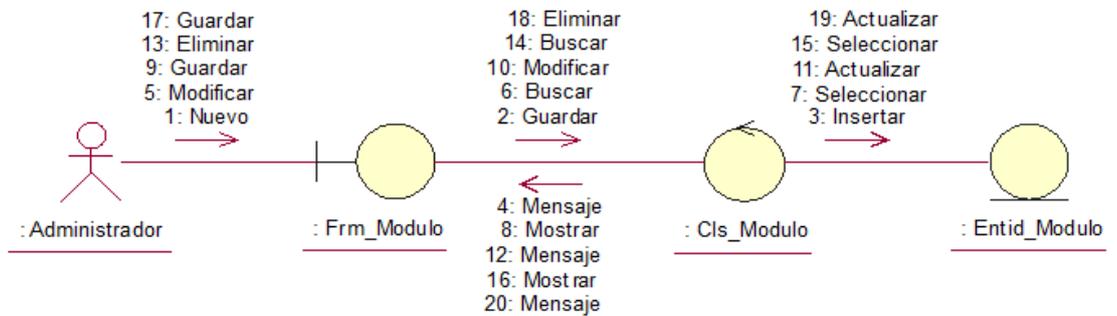


Figura 29: Diagrama de colaboración registrar módulo.

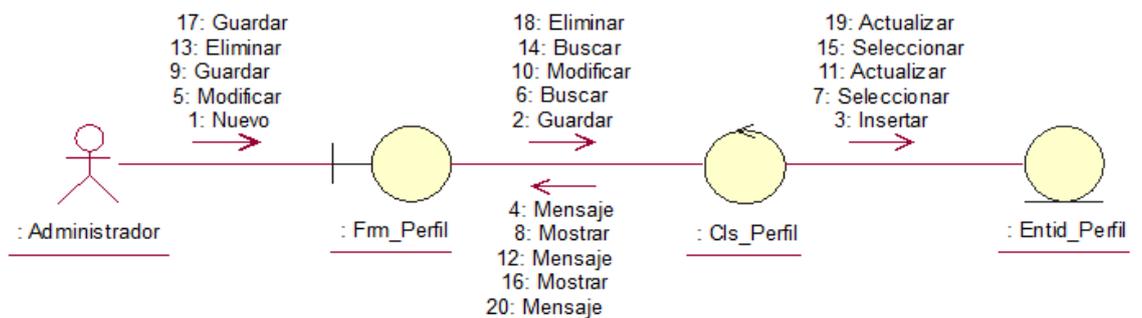


Figura 30: Diagrama de colaboración registrar perfil.

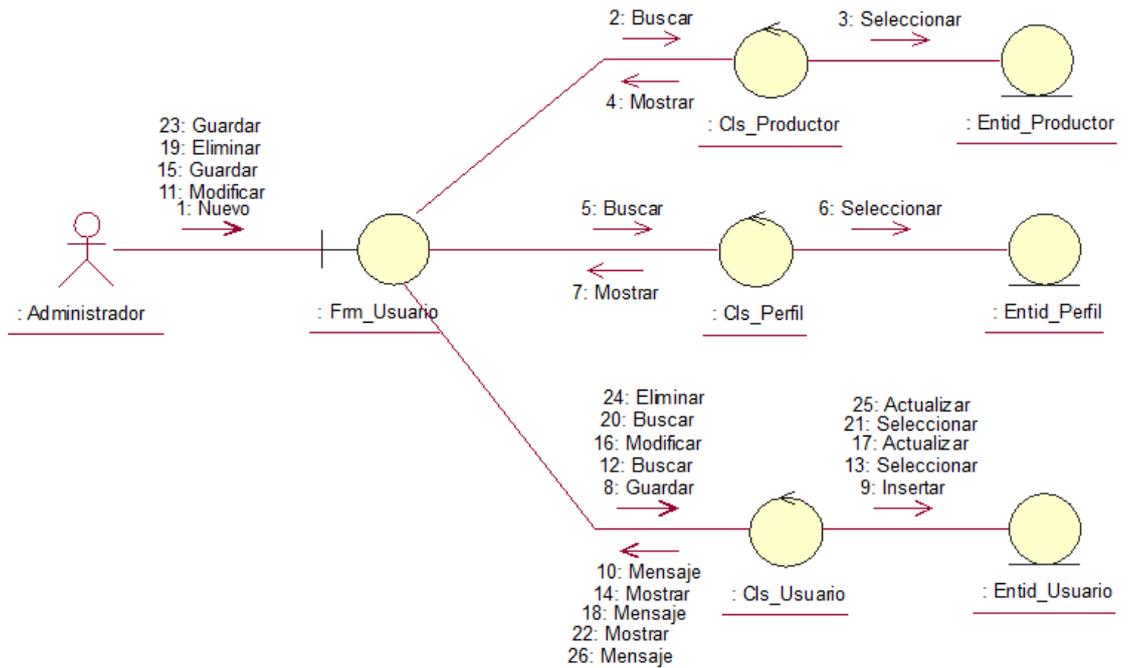


Figura 31: Diagrama de colaboración registrar usuario.

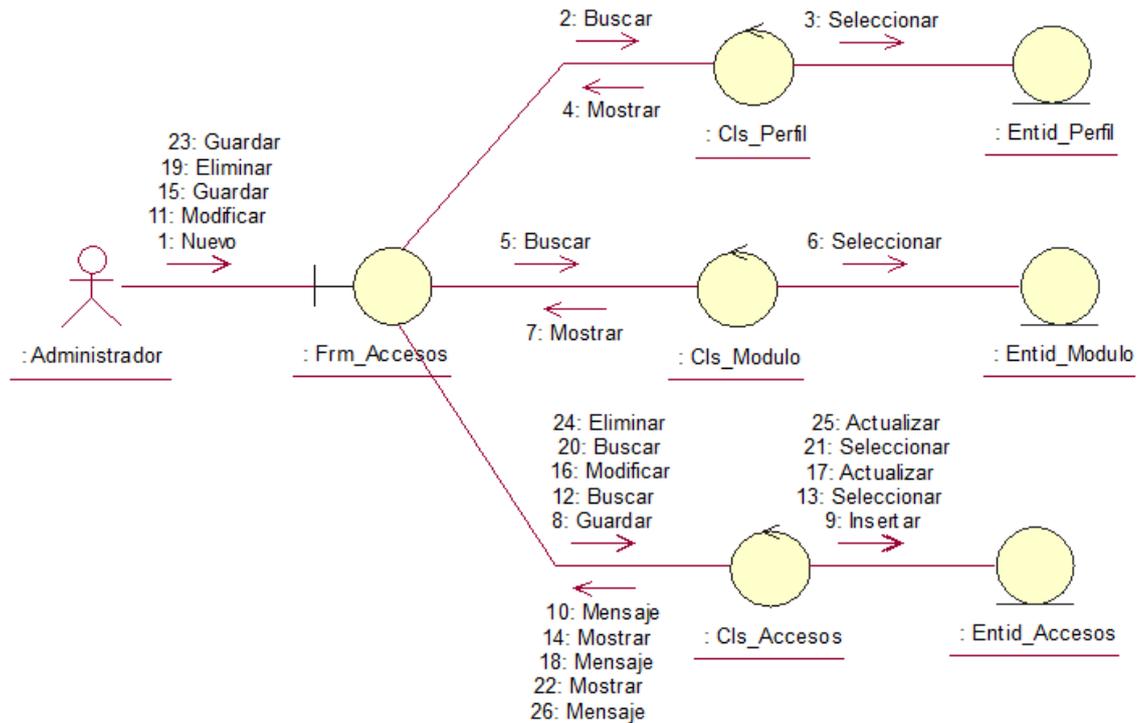


Figura 32: Diagrama de colaboración registrar accesos.

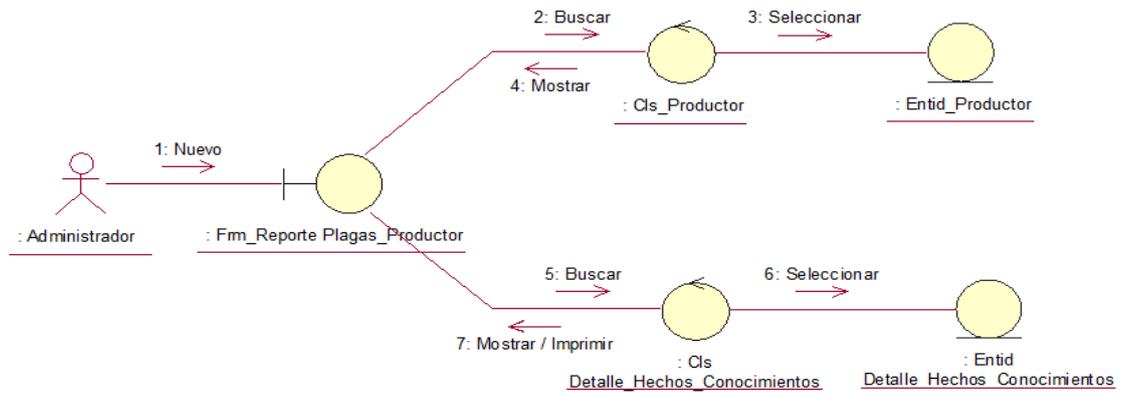


Figura 33: Diagrama de colaboración reporte de plagas de arroz por productor.

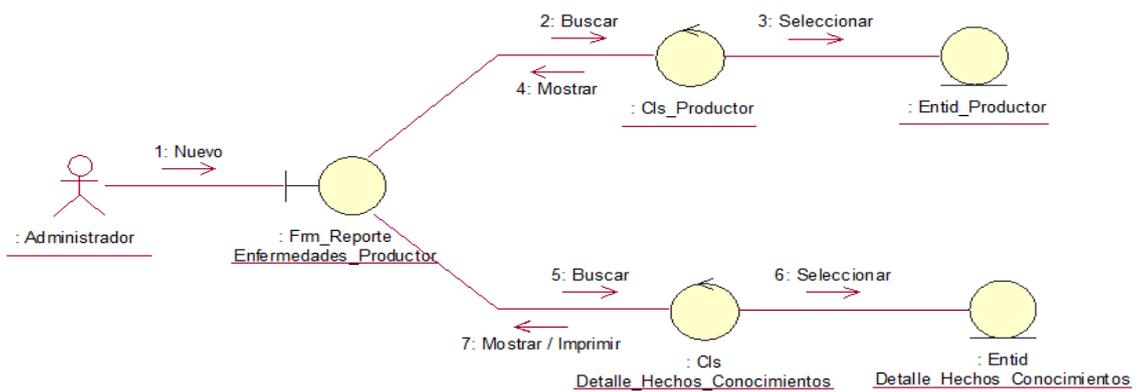


Figura 34: Diagrama de colaboración reporte de enfermedades de arroz por productor.

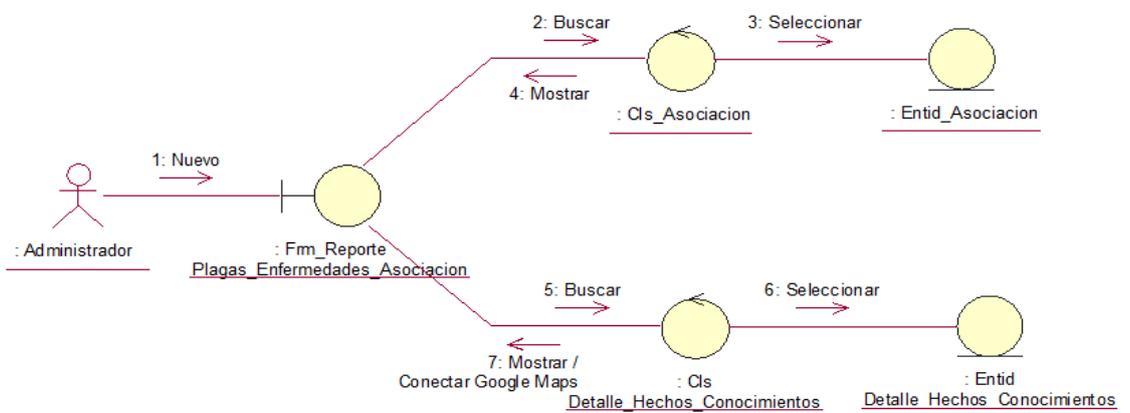


Figura 35: Diagrama de colaboración reporte de plagas y enfermedades por cada asociación de productores en un mapa de google maps.

3.2.6. FASE VI: CONSTRUCCIÓN

3.2.3.1. Análisis y diseño.

Modelo de diseño

Diagrama de secuencias.

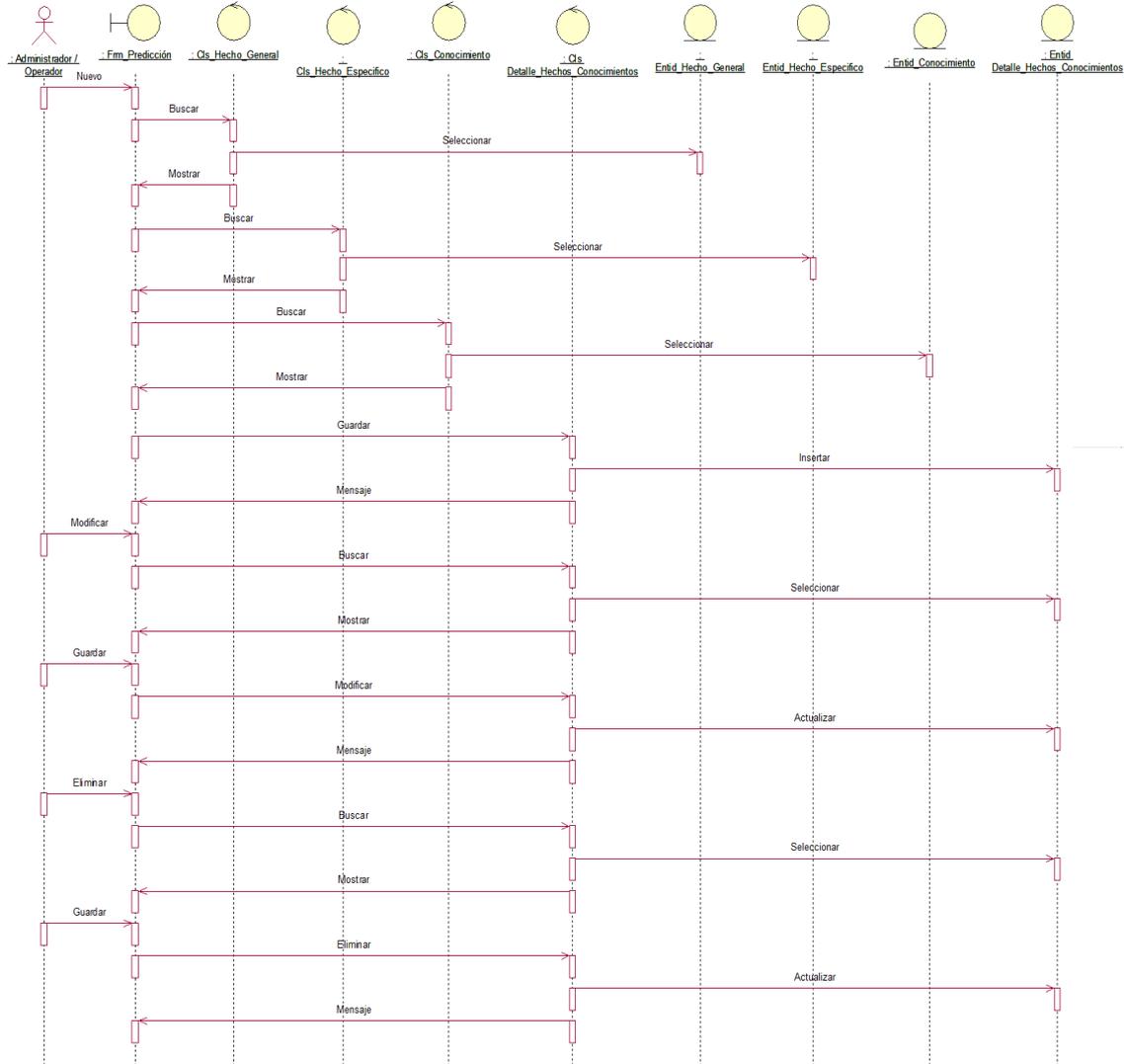


Figura 36: Diagrama de secuencia realizar/registras predicción.

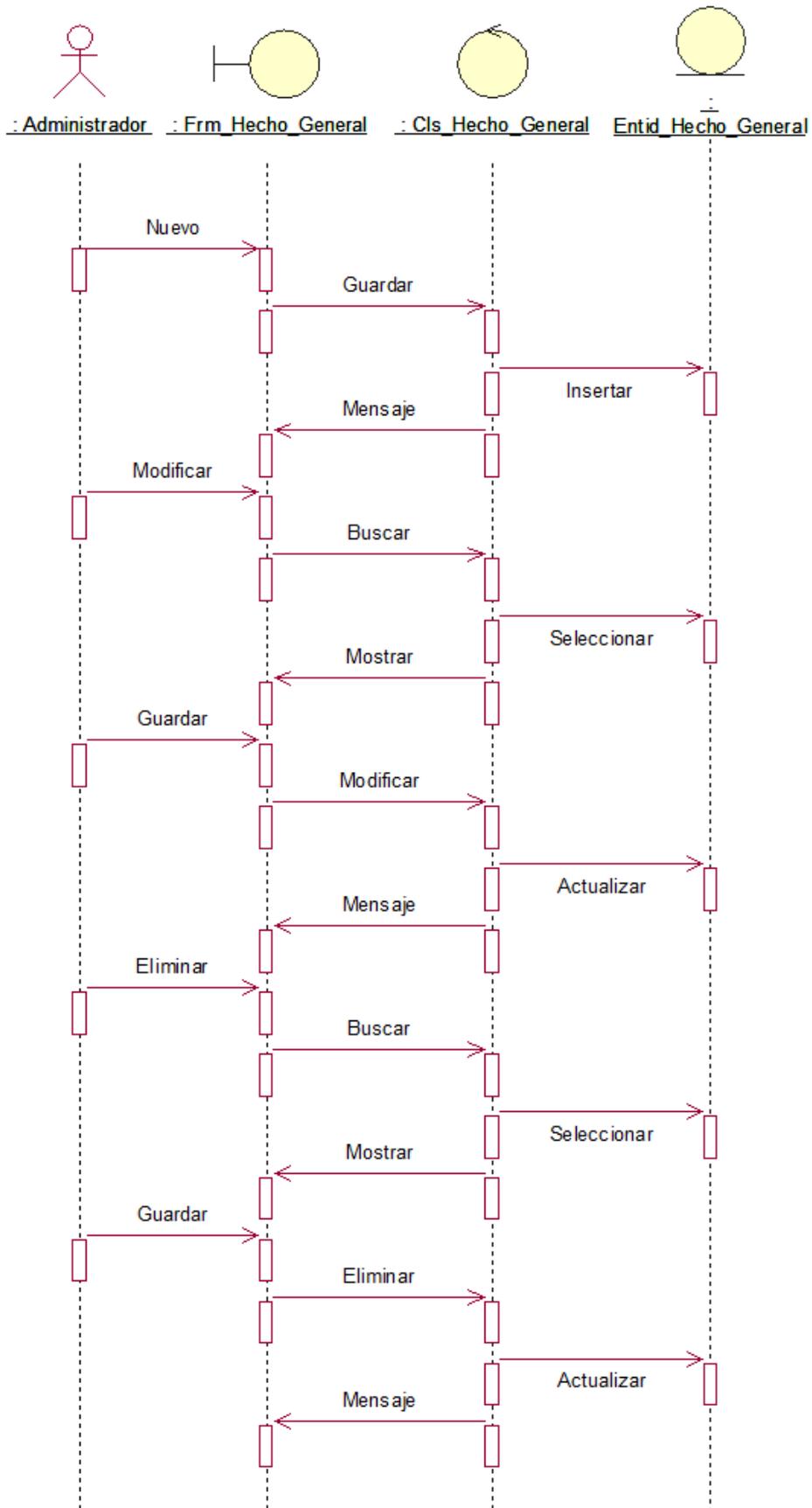


Figura 3718: Diagrama de secuencia hecho general.

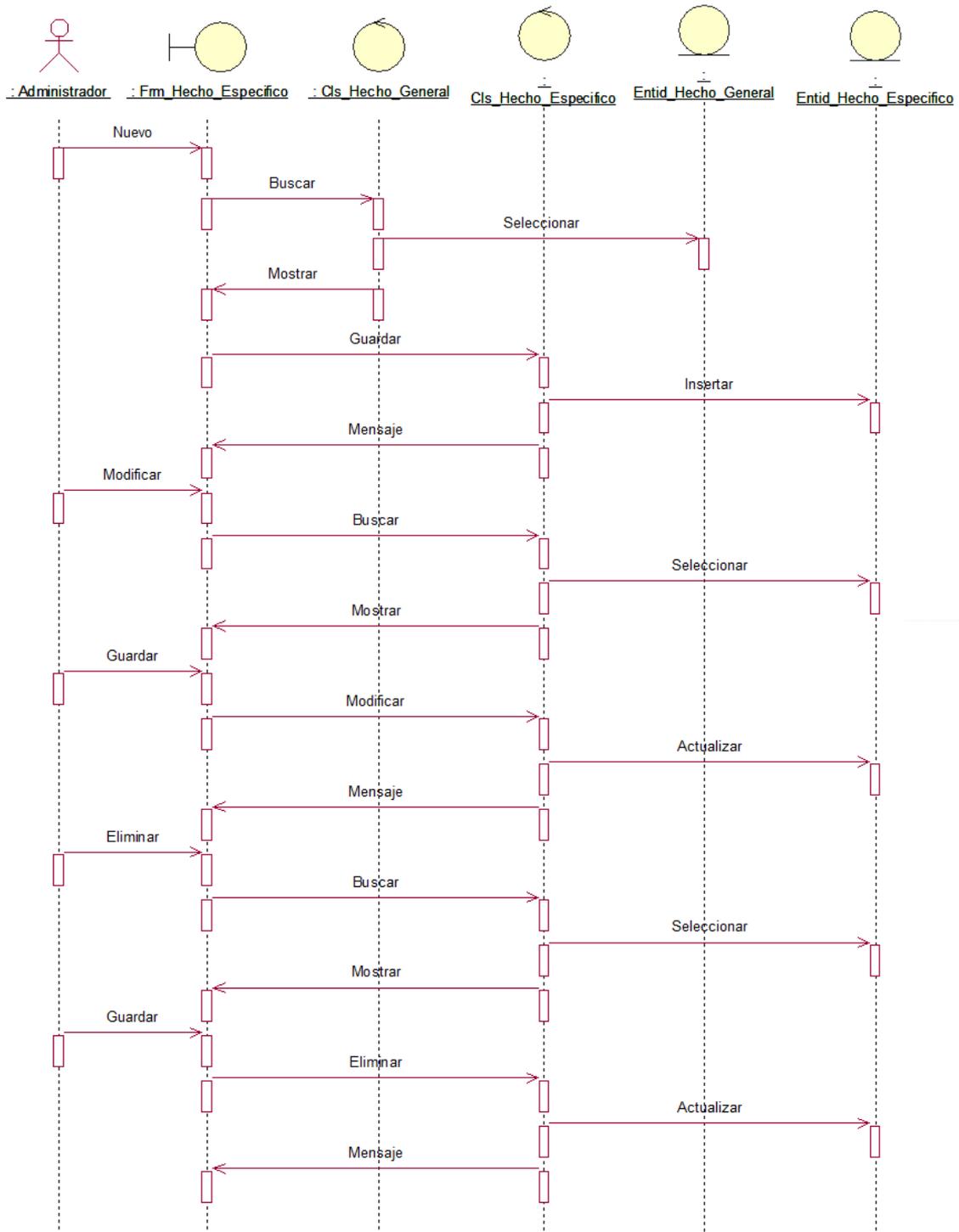


Figura 38: Diagrama de secuencia hechos específicos.

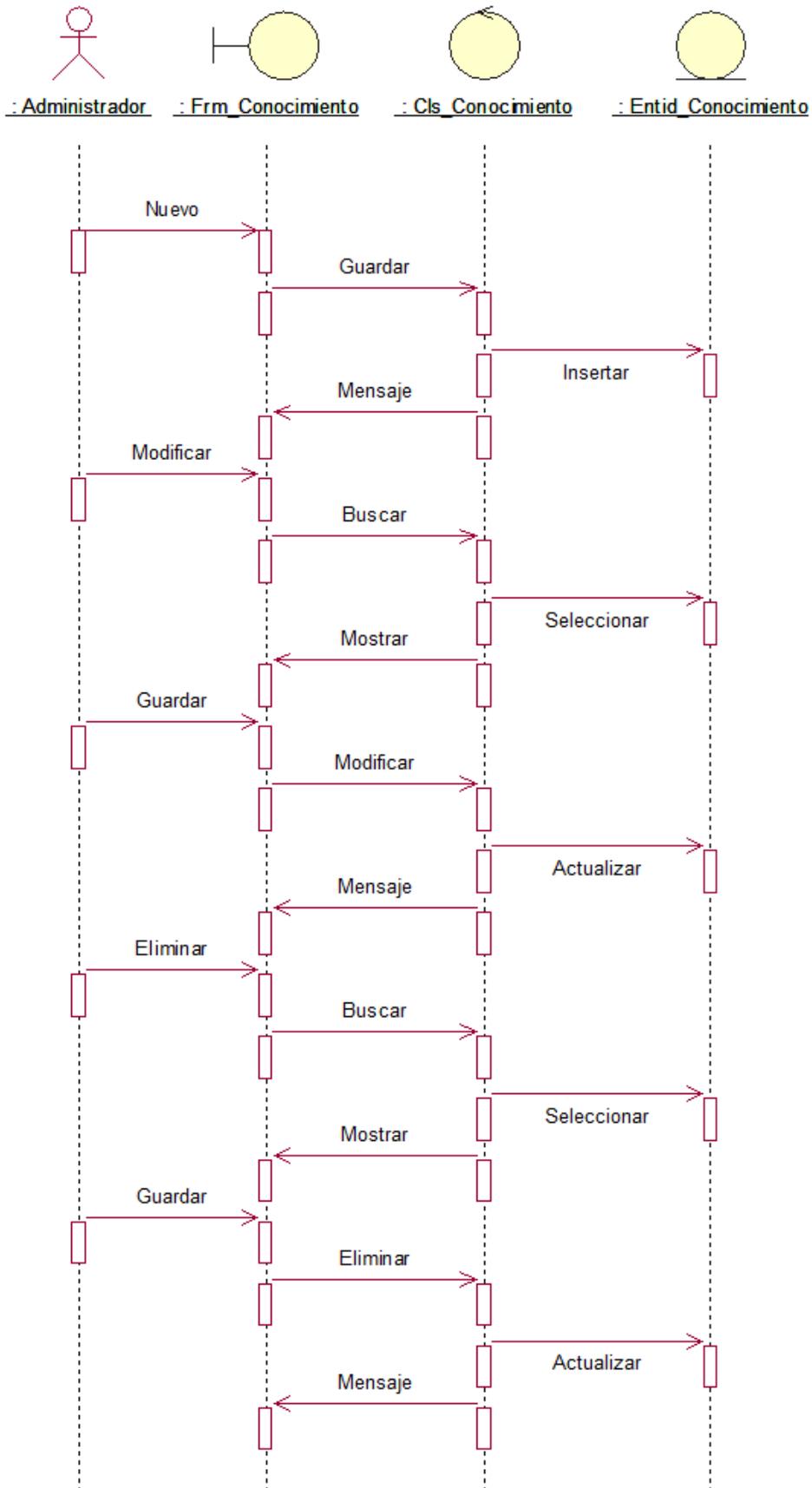


Figura 39: Diagrama de secuencia conocimientos.

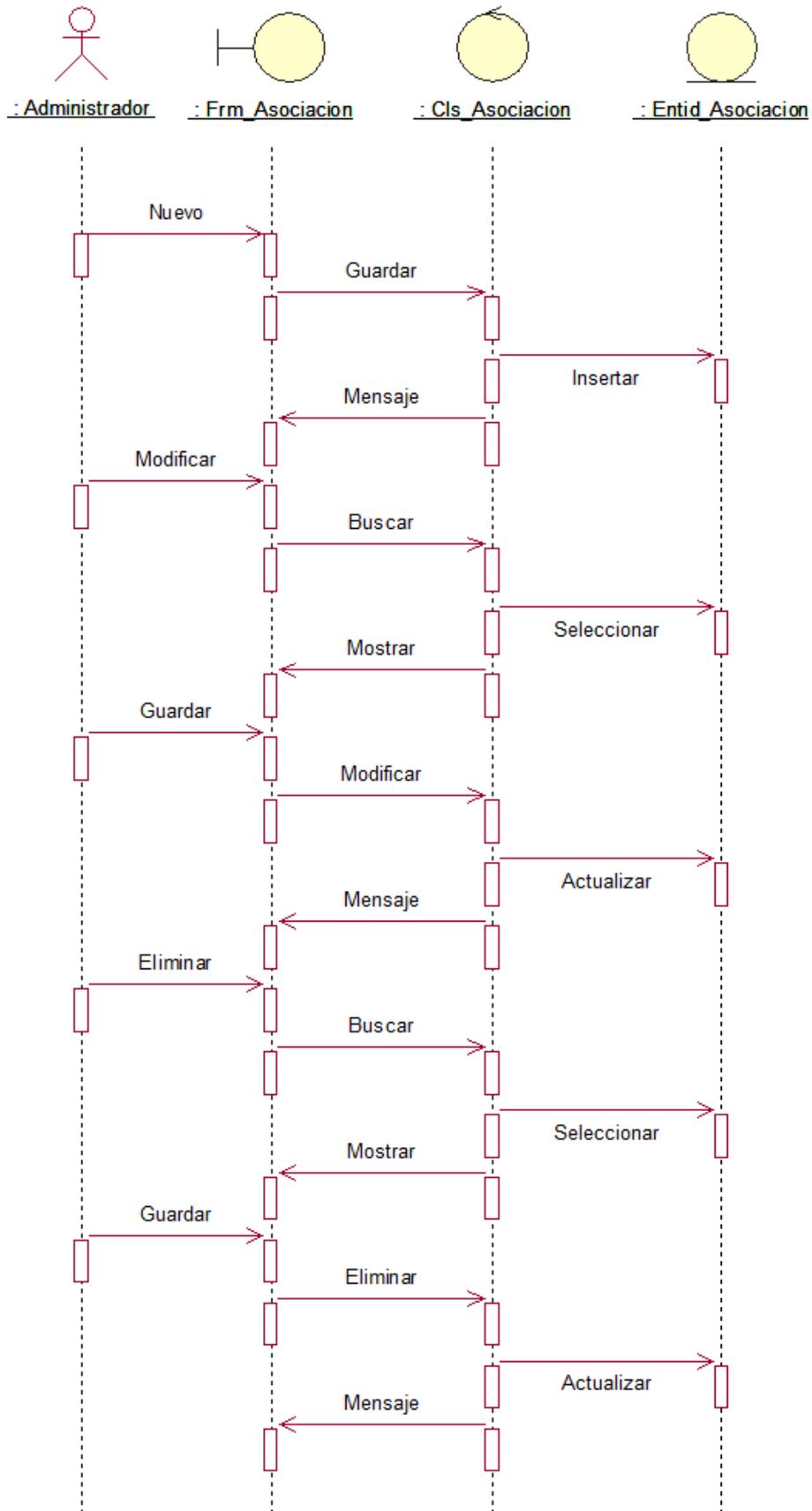


Figura 40: Diagrama de secuencia registrar asociación.

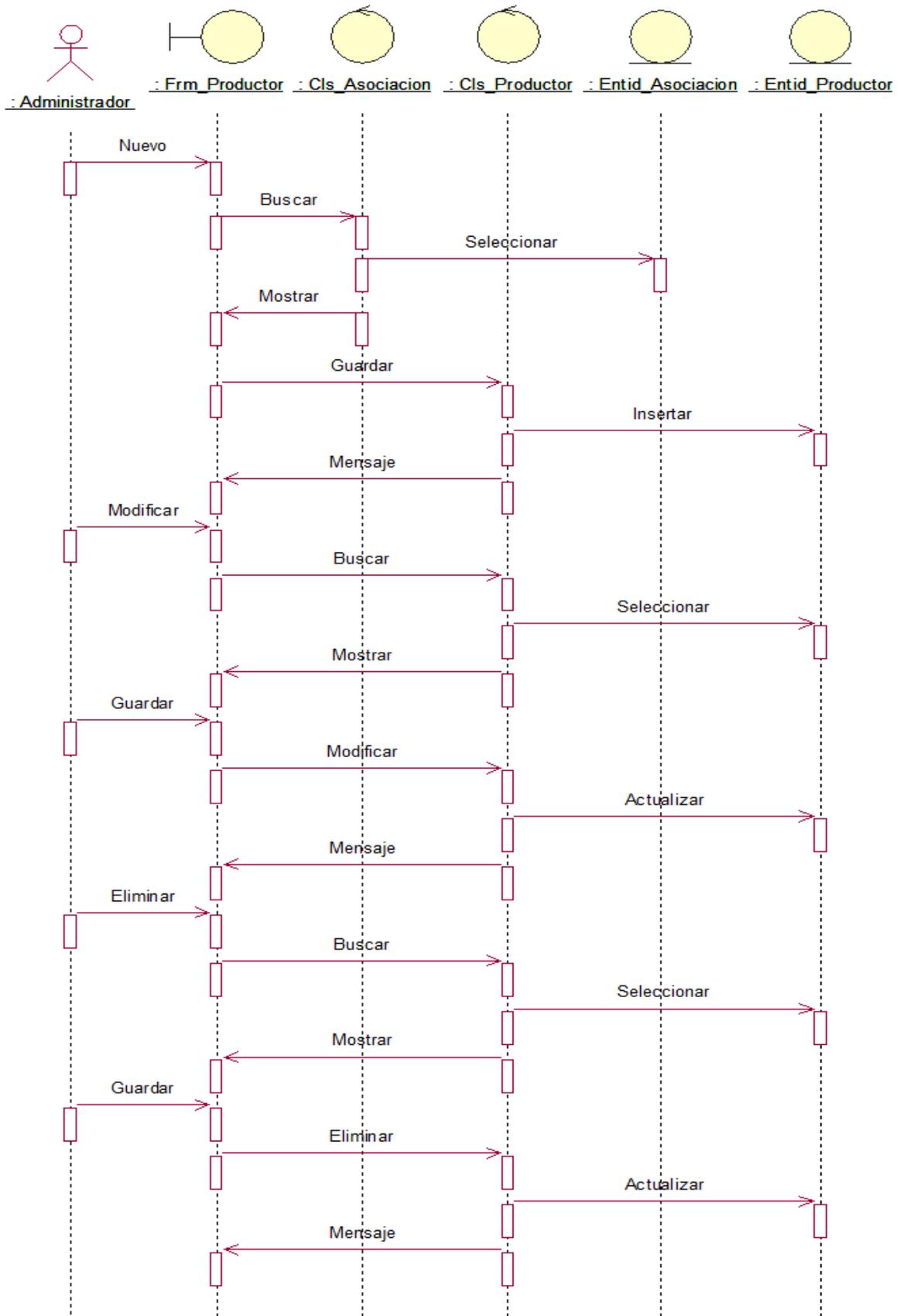


Figura 41: Diagrama de secuencia registrar productor

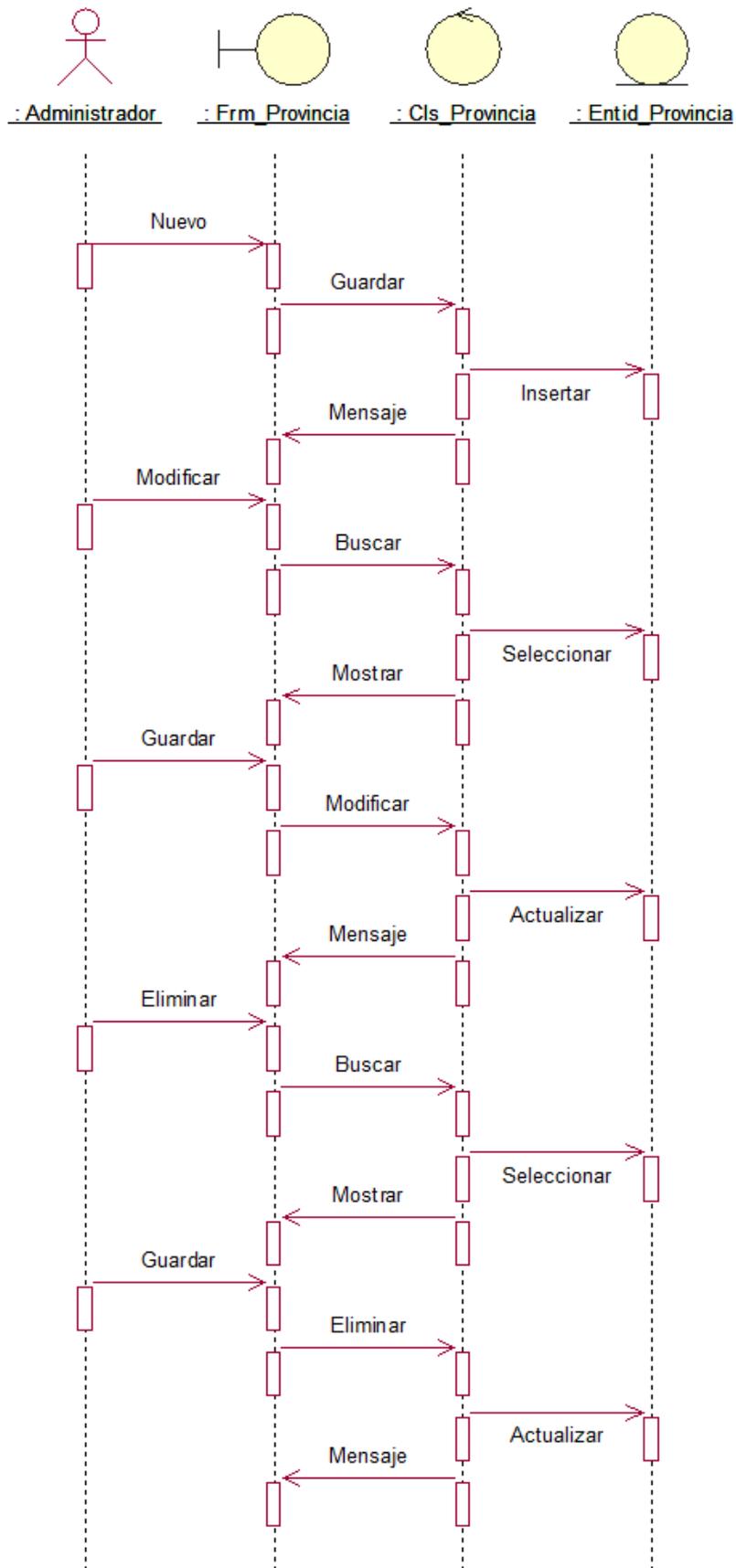


Figura 42: Diagrama de secuencia registrar provincia

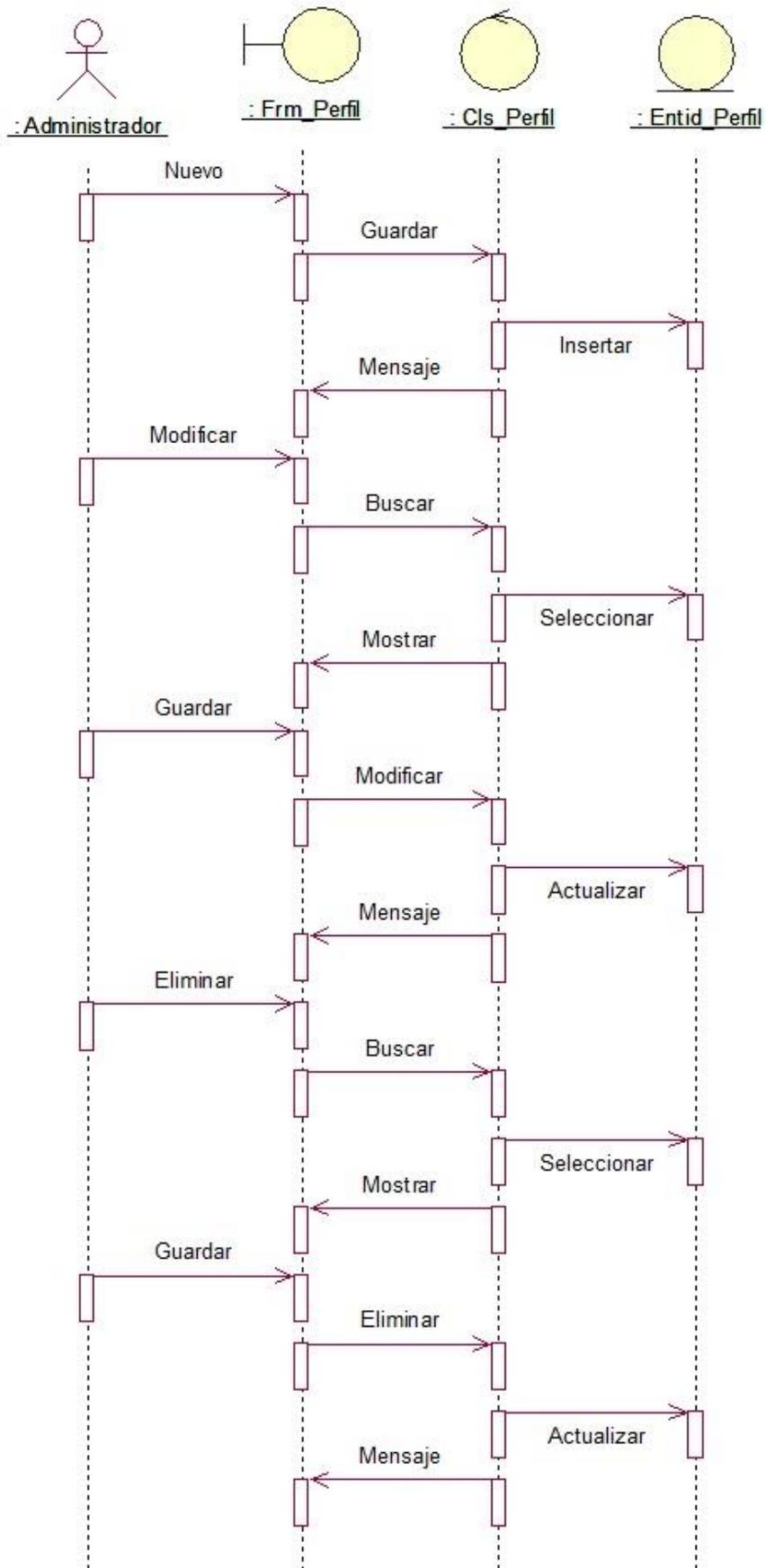


Figura 43: Diagrama de secuencia registrar perfil

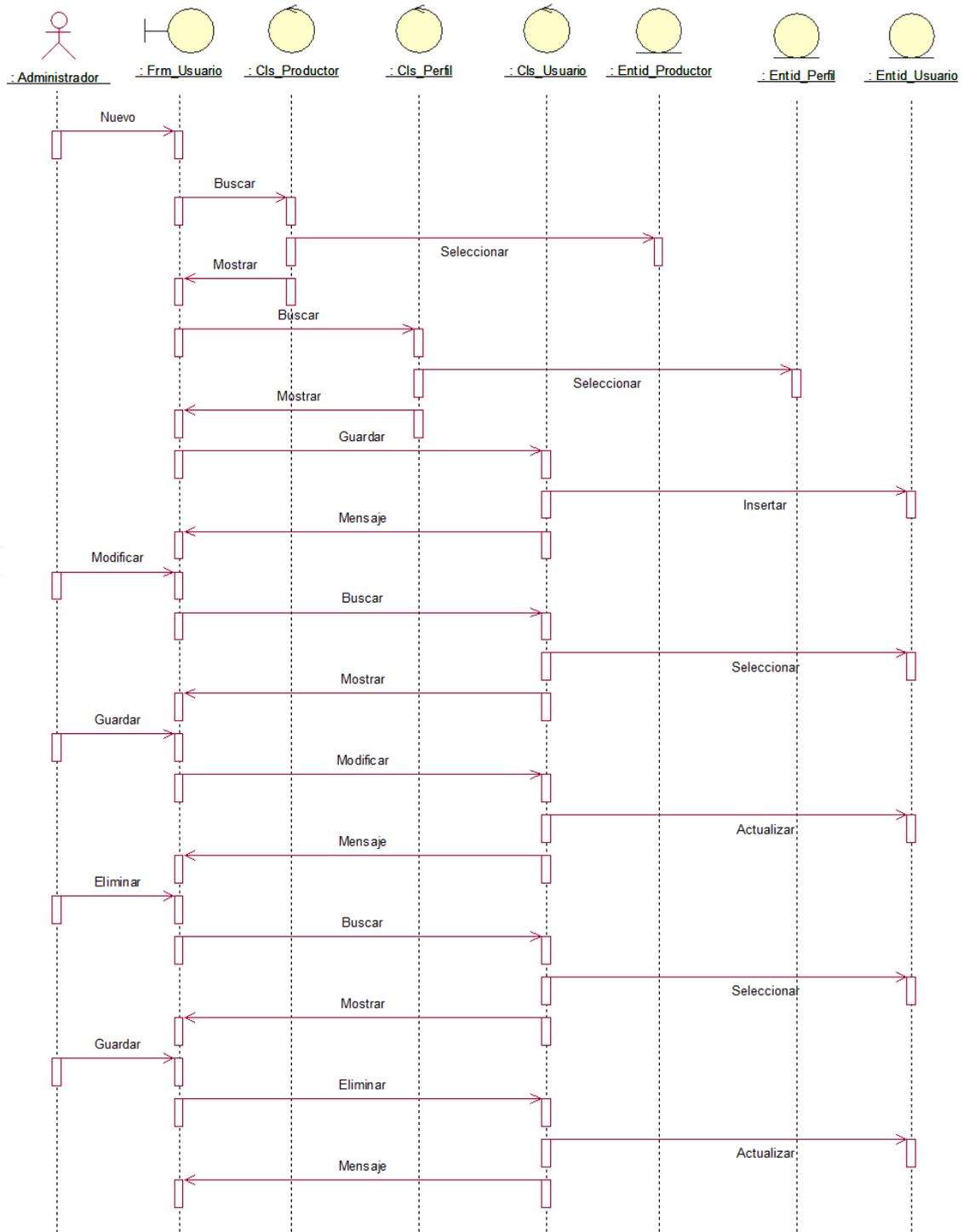


Figura 44: Diagrama de secuencia registrar usuarios

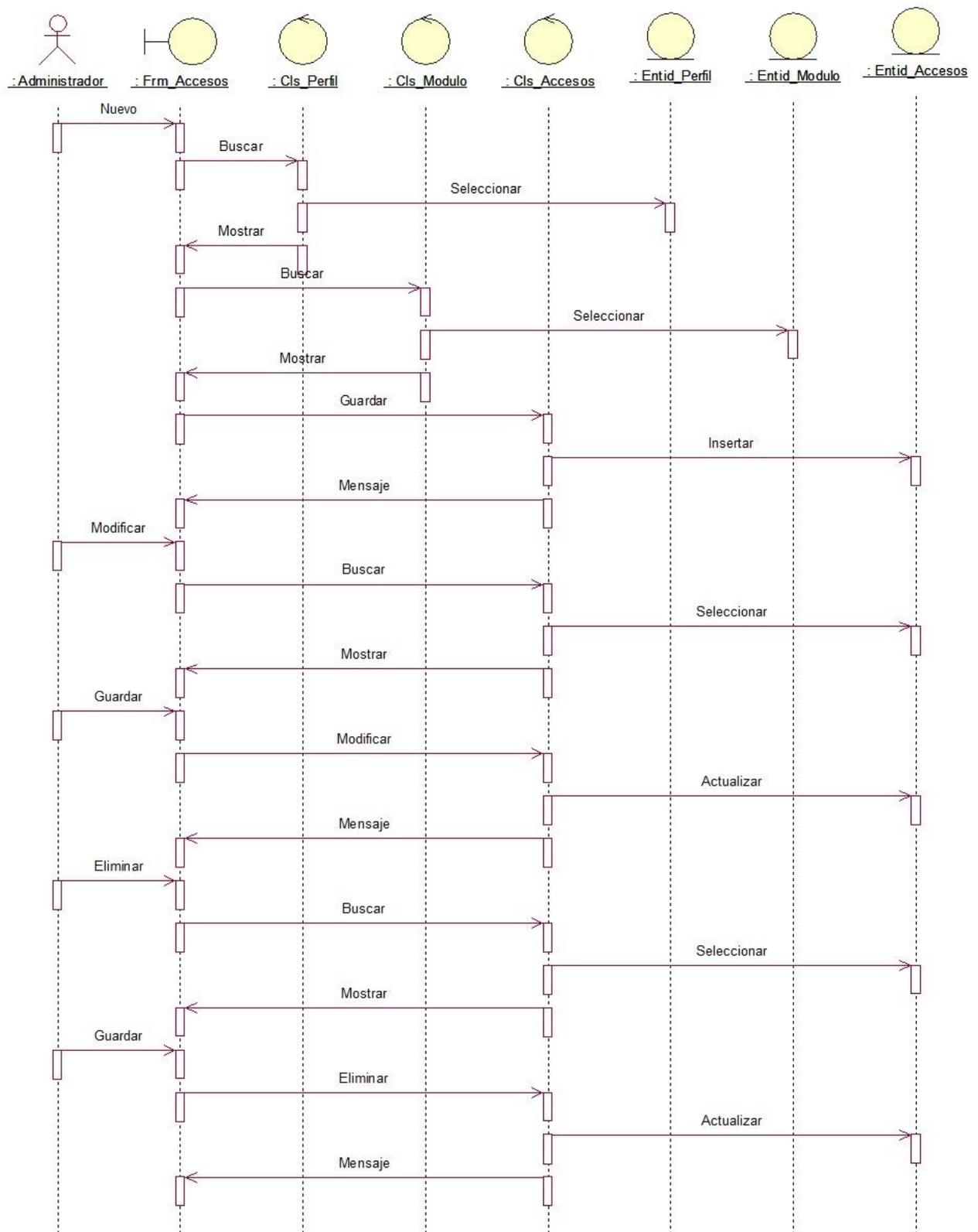


Figura 45: Diagrama de secuencia registrar accesos

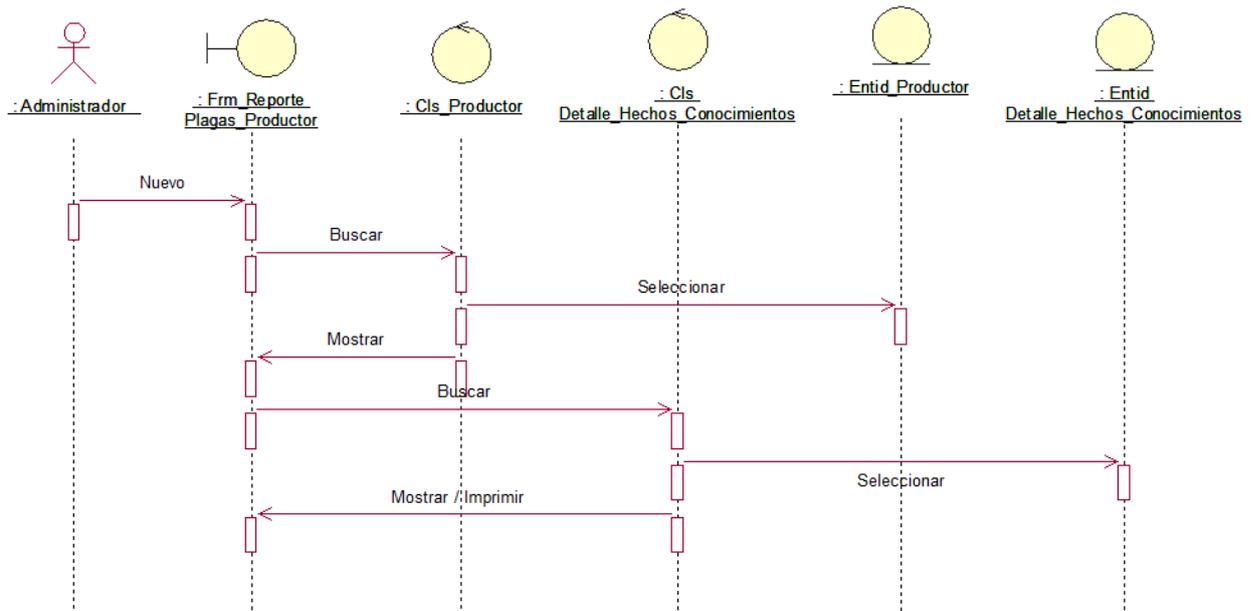


Figura 46: Diagrama de secuencia reporte de plagas por productor.

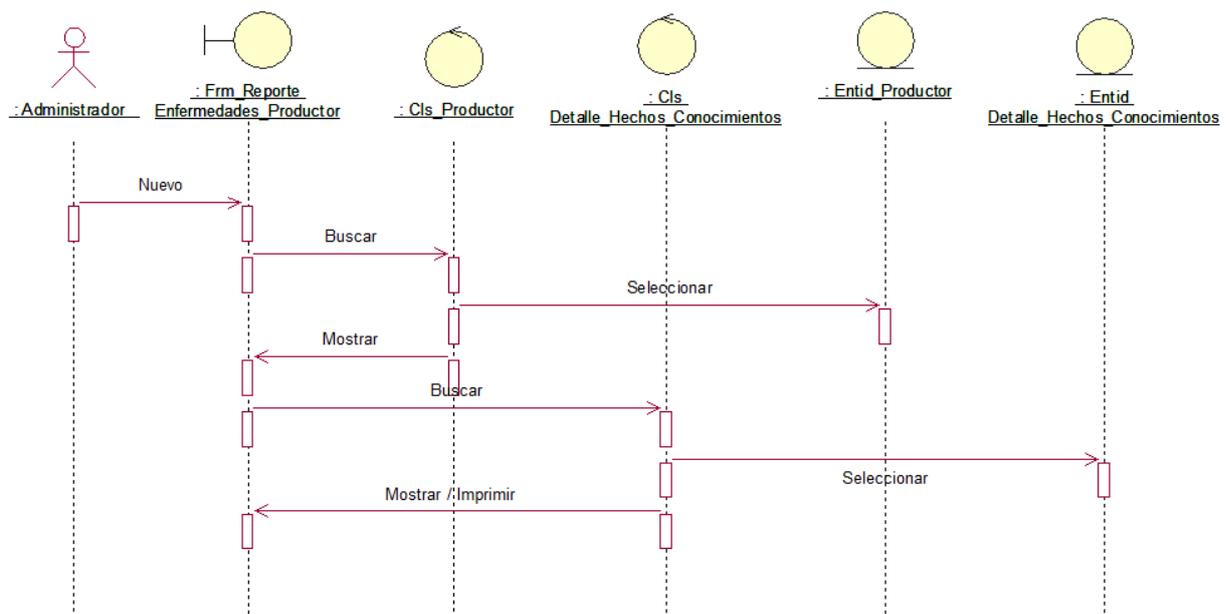


Figura 47: Diagrama de secuencia reporte de enfermedades por productor.

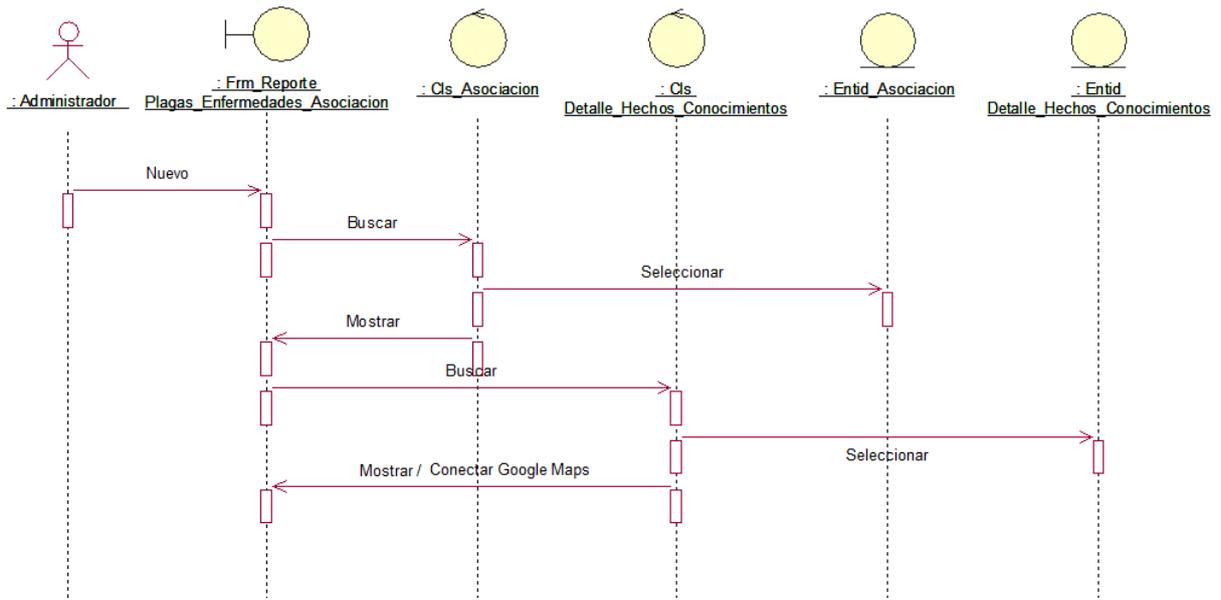


Figura 48: Diagrama de secuencia reporte de plagas y enfermedades por asociación de productores en un mapa de google maps.

Diagrama de clases

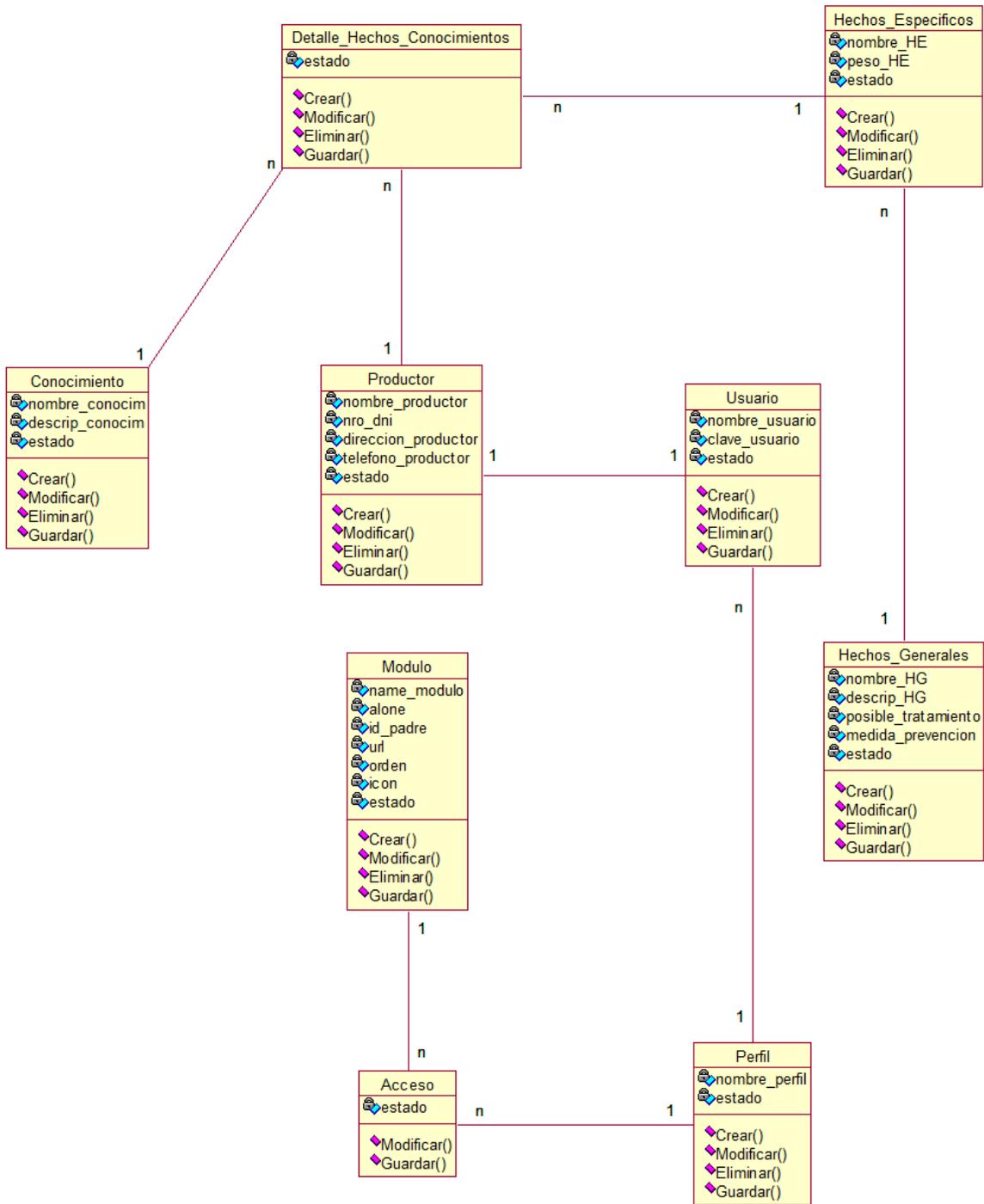


Figura 49: Diagrama de clases.

Diagrama de datos

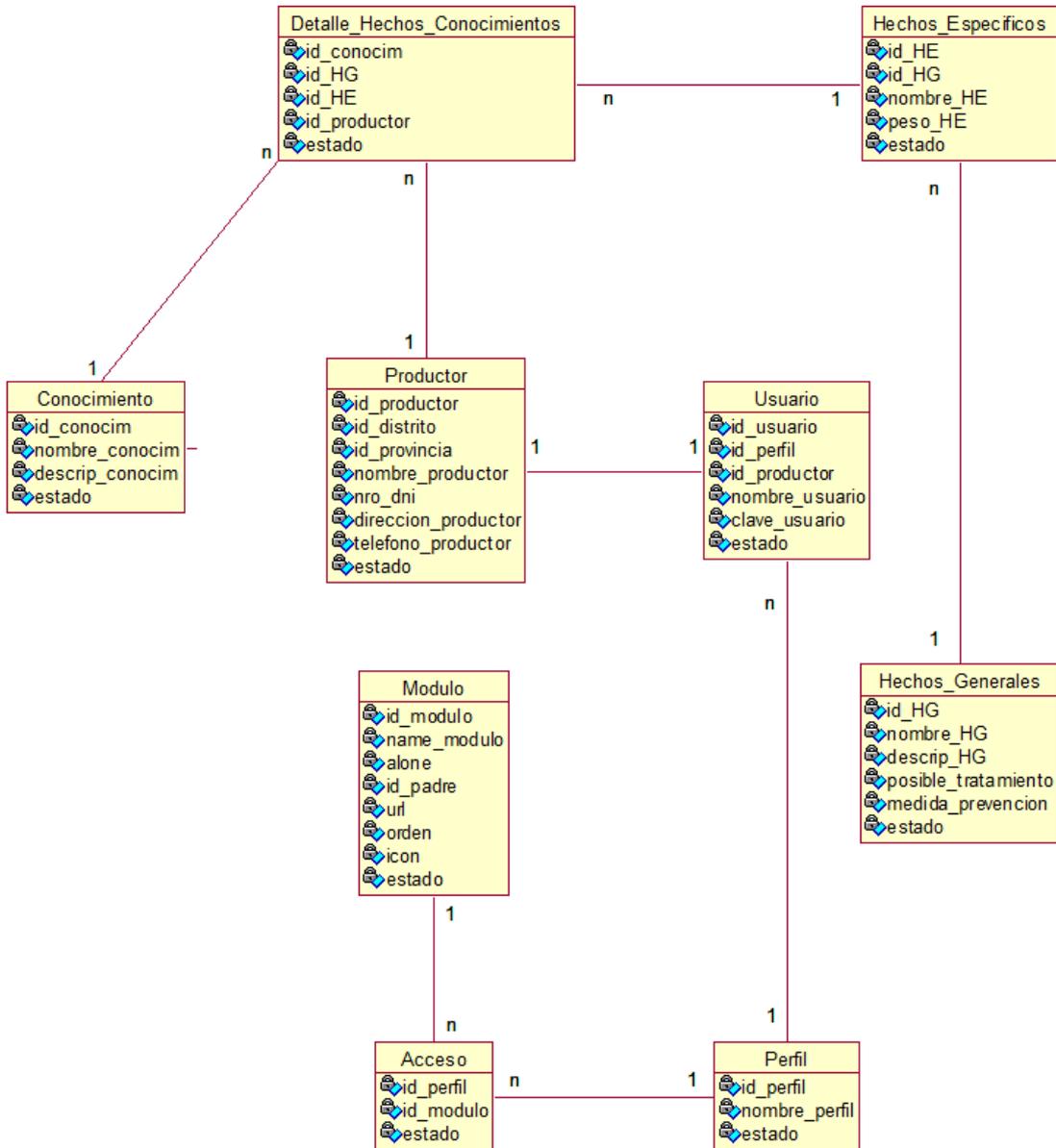


Figura 50: Diagrama de datos

Diagrama de despliegue

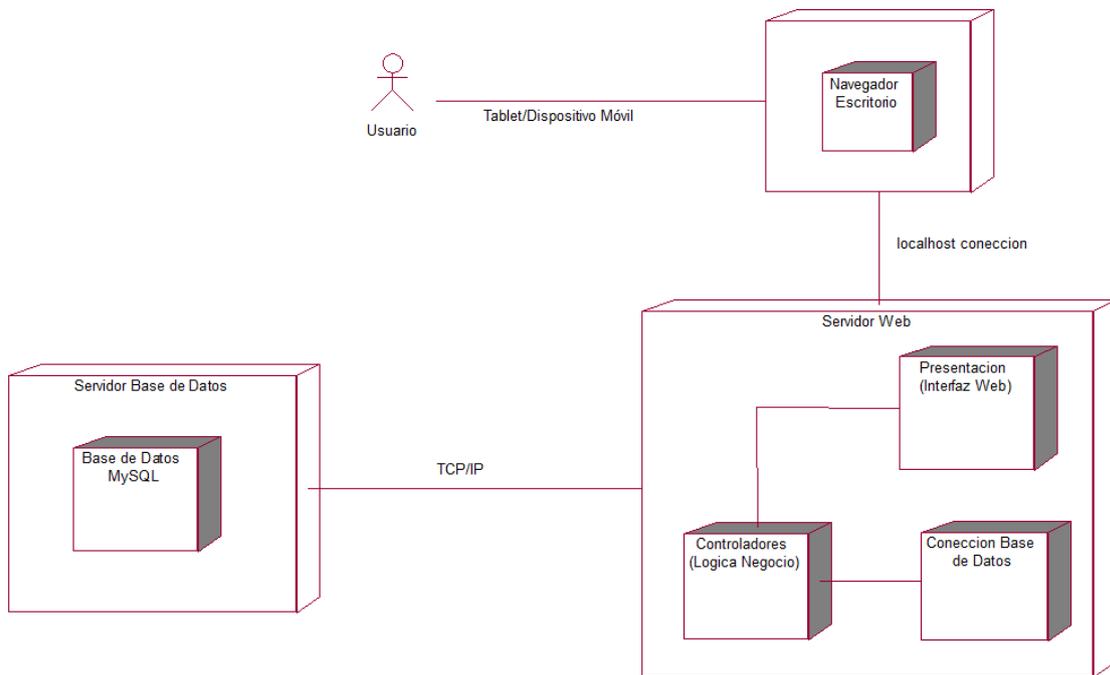


Figura 51: Diagrama de despliegue

3.2.3.2. Implementación

Modelo de implementación

Diagrama de componentes

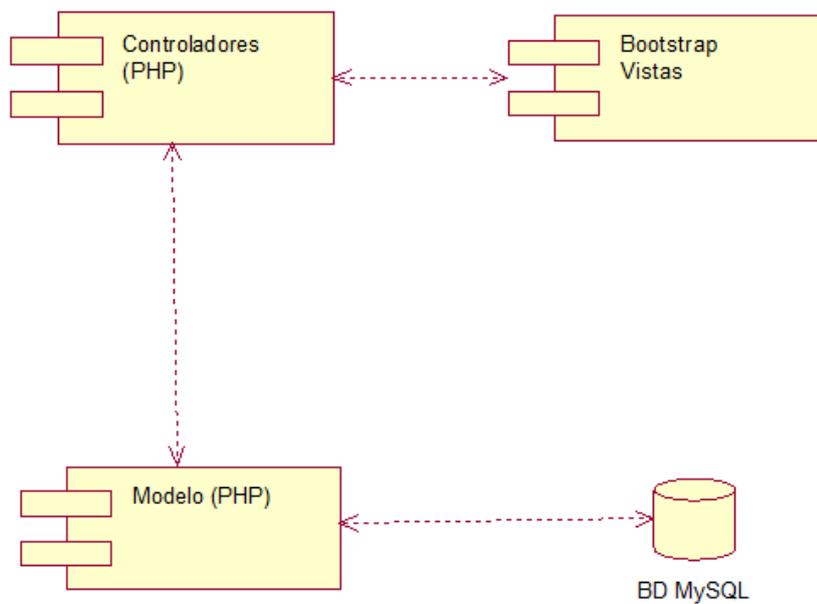


Figura 52: Diagrama de componente.

Tabla 44

Tabla de umbral

		CONOCIMIENTOS												
		PLAGAS						ENFERMEDADES						
VARIABLES (HECHOS GENERALES)	VARIABLES (HECHOS ESPECÍFICOS)	Barrenador del tallo (Diatraea saccharalis)	Novia del arroz (Rupella albinella)	Mosquilla (Hydrellia sp.)	Chinche de la espiga (Nezara viridula / Blissus leucopterus)	Uruzungo (thrips oryzae)	Gusano del suelo (Agrotis ipsilon)	Sogata (tagosodes orizicolus)	Cogollero (Spodoptera sp.)	Piricularia o quemazón del arroz (Pyricularia oryzae)	Rhizoctonia (Rhizoctonia solani)	Helmintosporium (Helminthosporium oryzae)	Pudrición del tallo (Magnaporthe salvinii)	Falso carbón (Ustilagoidea virens)
Temperatura	Poco Frío (20° - 25°)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0
	Poco Caluroso (25° - 30°)	0	100	100	100	100	0	0	100	100	0	100	100	100
	Caluroso (30° - 35°)	100	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	0	0
	Demasiado caluroso (35°- 40°)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Fases del cultivo	Vegetativa	100	0	100	0	100	100	100	100	0	0	100	0	0
	Reproductiva	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	0	100	0
	Maduración	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	100	100
Organo afectado	Hoja	100	100	100	0	100	100	100	0	100	100	100	100	0
	Tallo	100	100	100	0	100	100	0	100	0	100	0	100	0
	Fruto	100	100	0	100	0	0	100	0	100	0	0	0	100
Humedad	Poca humedad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Humedad óptima	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	0	100	100
	Demasiada humedad	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100	0	0
Síntomas	Taladra los tallos	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	La planta se pone amarillenta	100	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	Retrasa el crecimiento	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Debilita la planta	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Las espigas toman color blanquecino	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Devoran el margen interno de las hojas	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaneamiento de la espiga	0	100	0	100	0	0	100	0	100	0	0	0	0
Desarrollo de minas en las hojas	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Secado y blanqueado de las puntas de las hojas	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bajo nivel de macollamiento	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Granos manchados y/o deformes	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dañan los tallos	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Las puntas de las hojas se secan	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Destruye a la plántula en almácigo	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Daña la formación de la espiga	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastan el tallo del arroz provocando la caída de la plántula	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Destruyen el follaje en plantas adultas	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Bandas blancas	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Hojas color chocolate claro	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Manchas negras en las hojas	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Picado de hojas	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Se observan pequeños puntos alargados y curvos	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Ataca a las plántulas en los semilleros	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
Manchas de color marrón uniforme	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
Manchas con bores marrones y centro grisáceo	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Granos semillenos de color gris	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Manchas elíptica de color verde con centro blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Aparecen manchas de color amarillo pálido, blanco sucio, café o gris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Aparecen pequeñas lesiones negras en las hojas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0

El Tallo se voltea y la planta cae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
Los granos son más grandes que el grano normal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Son verde en la superficie y de color naranja en el interior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Fuente: Elaboración propia.

Redes neuronales

(Plagas)

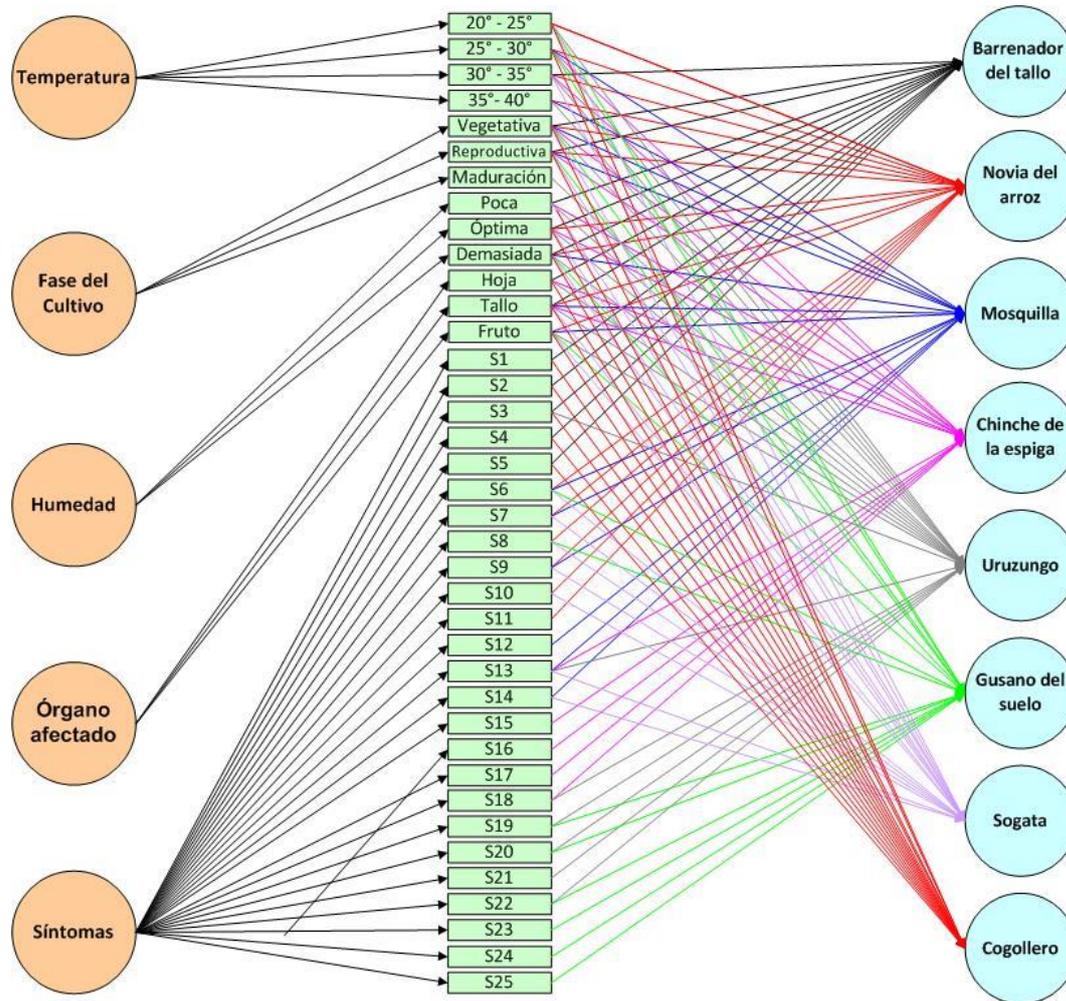


Figura 53: Red neuronal - plagas

(Enfermedades)

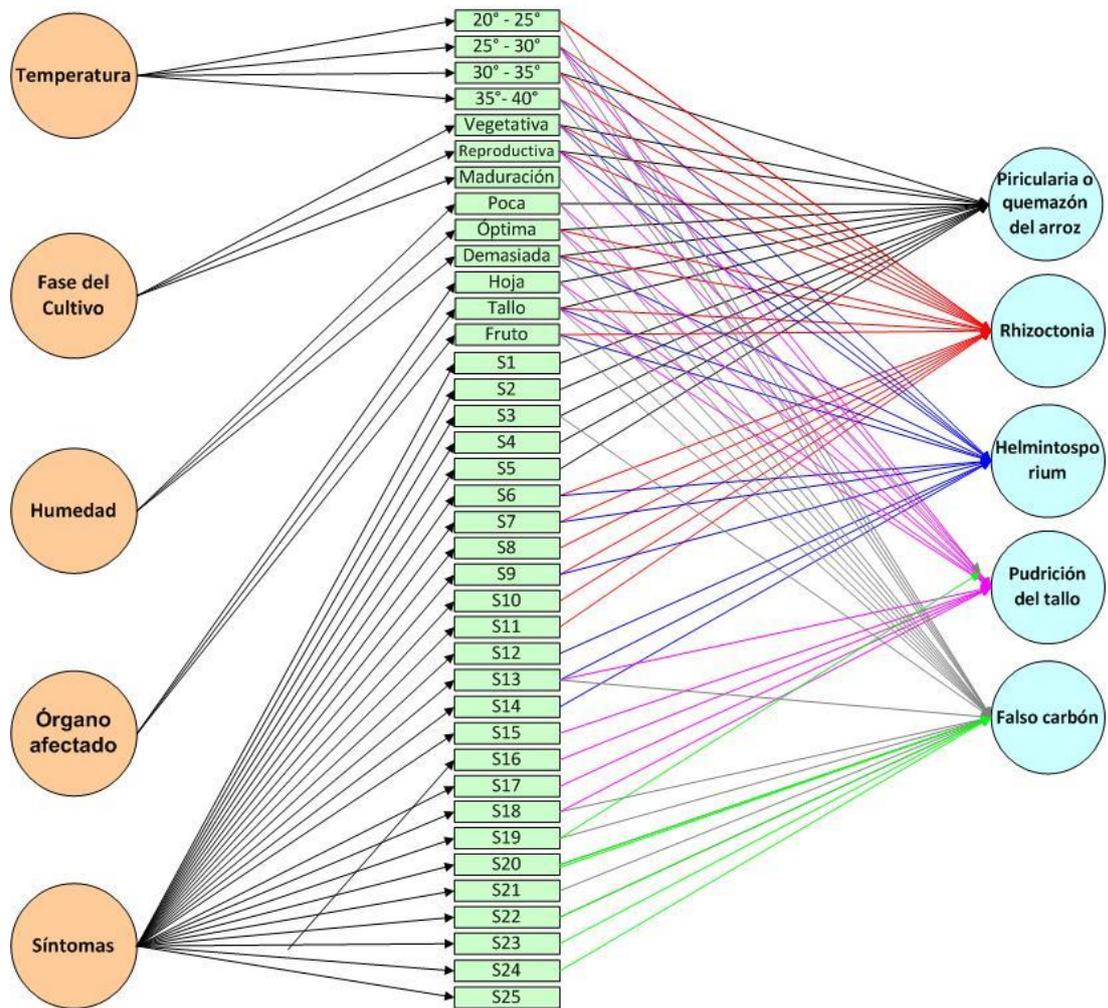


Figura 54: Red neuronal – enfermedades.

Pantallas del sistemas

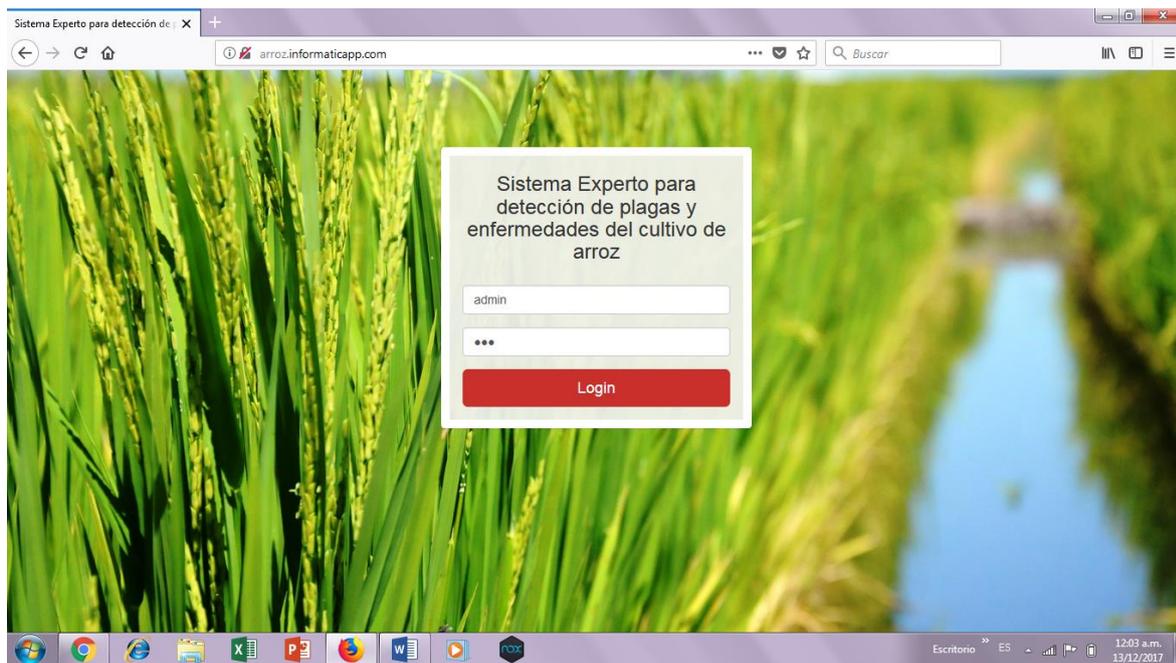


Figura 55: Login del sistema experto.

Fuente: Elaboración propia.

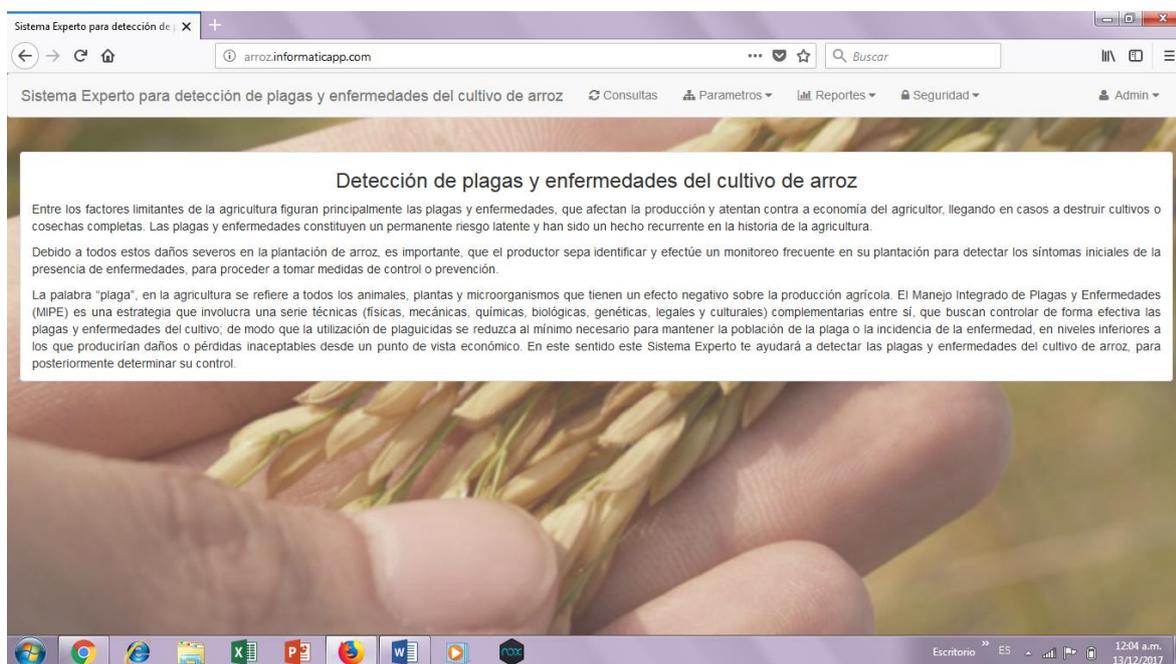


Figura 56: Bienvenida del sistema experto.

Fuente: Elaboración propia.

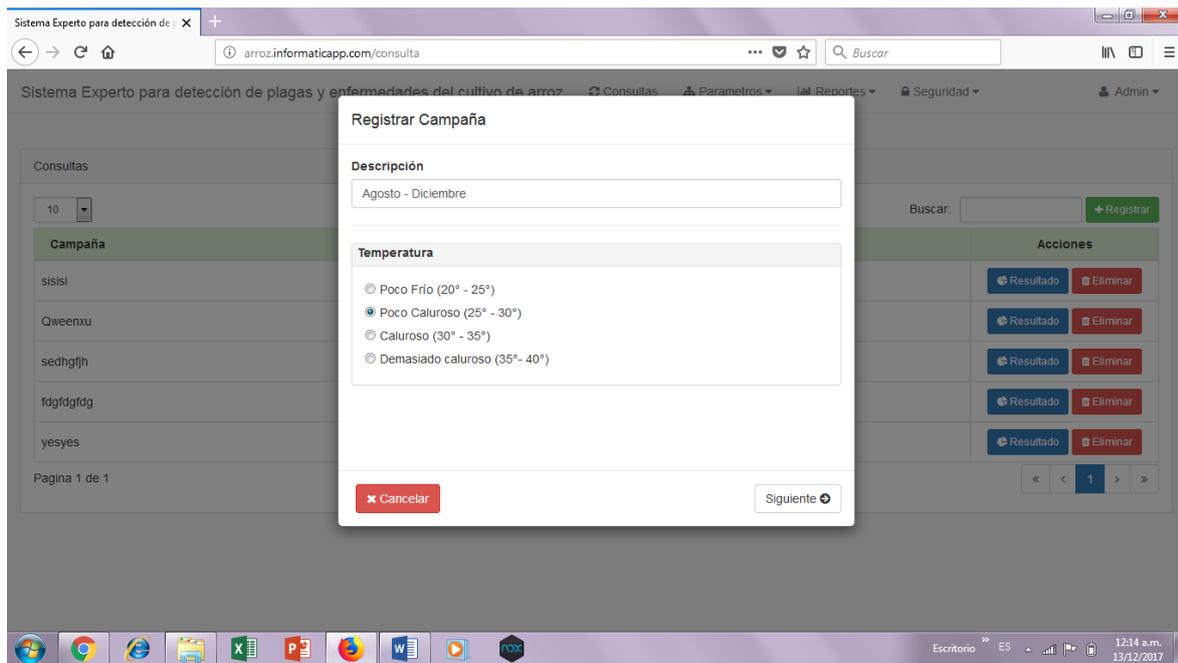


Figura 57: Consultas.

Fuente: Elaboración propia.

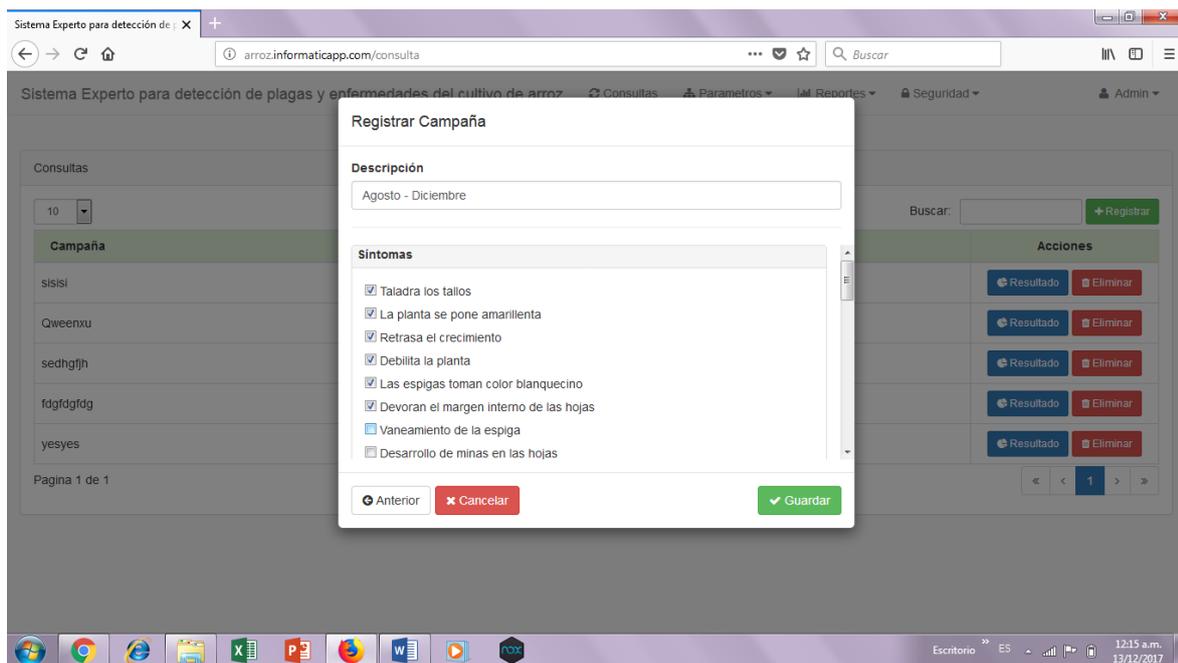


Figura 58: Selección de síntomas.

Fuente: Elaboración propia.

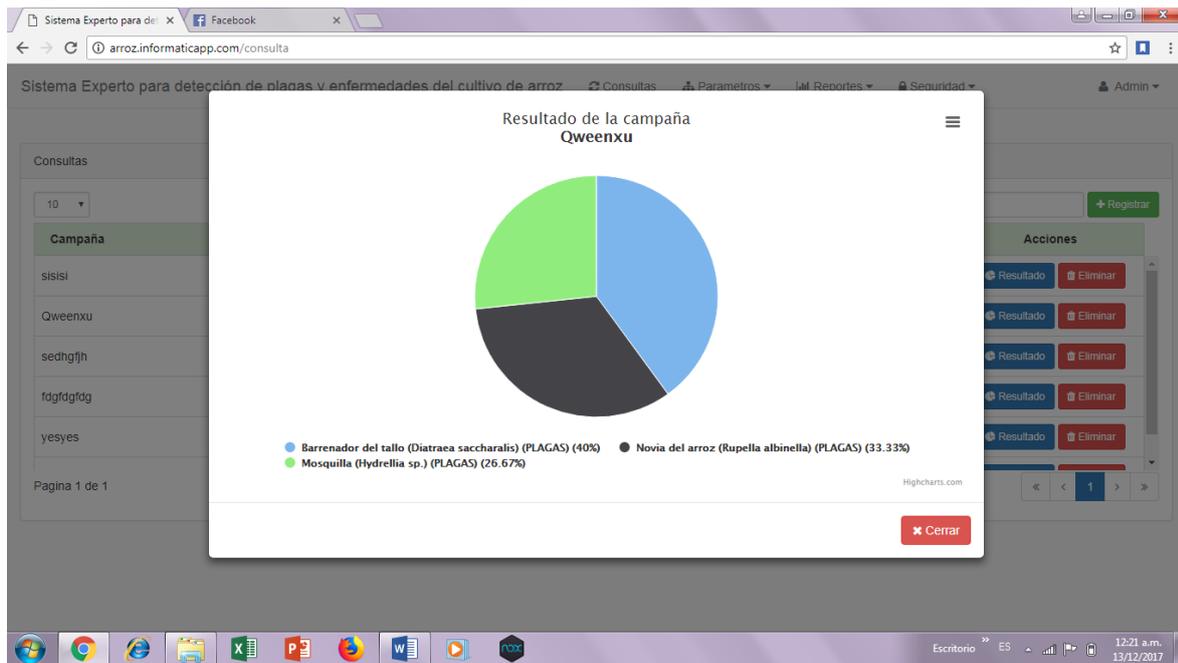


Figura 59: Resultado de la consulta.

Fuente: Elaboración propia.

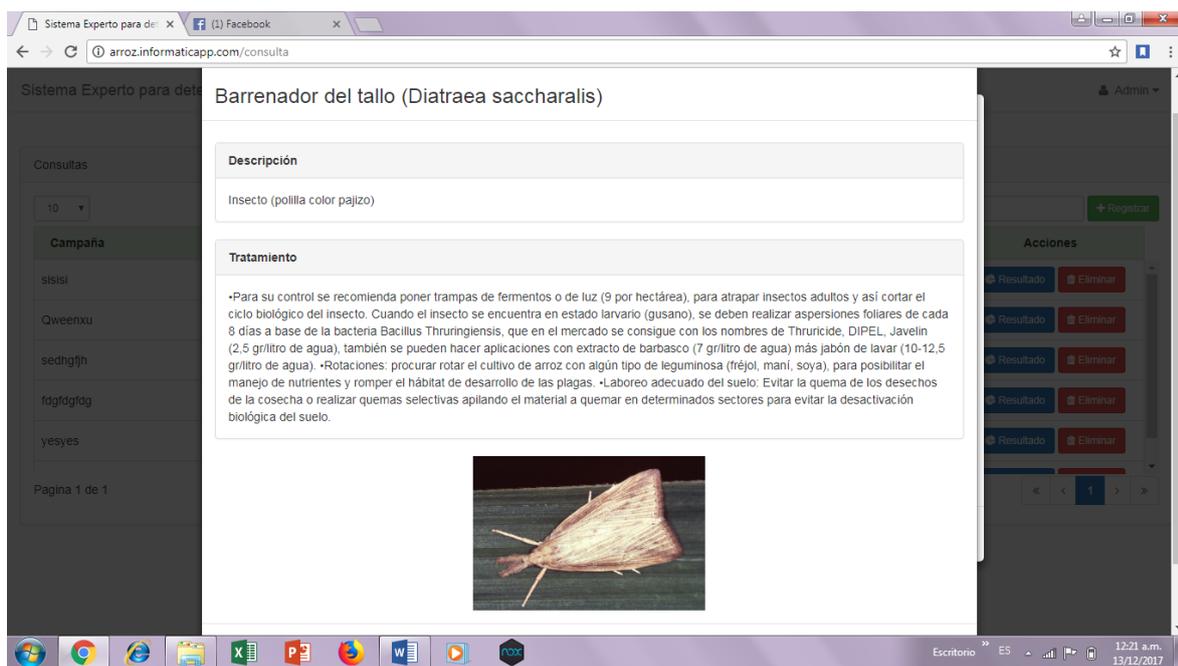


Figura 60: Resultado detallado.

Fuente: Elaboración propia.

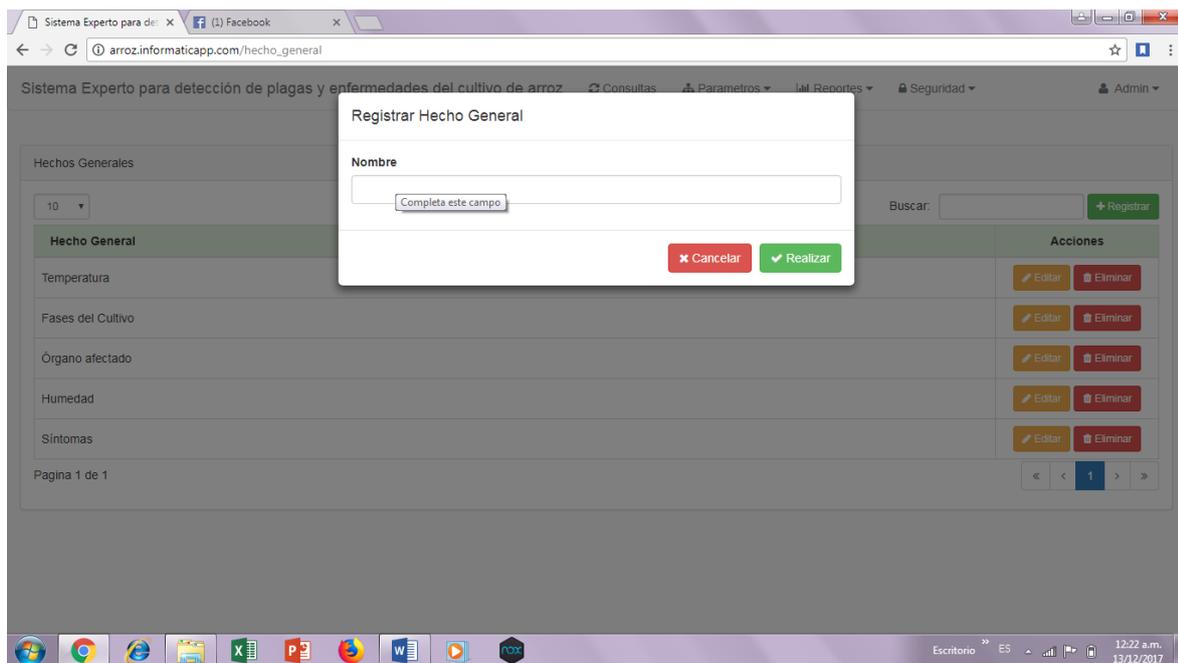


Figura 61: Registro de un hecho general.

Fuente: Elaboración propia.

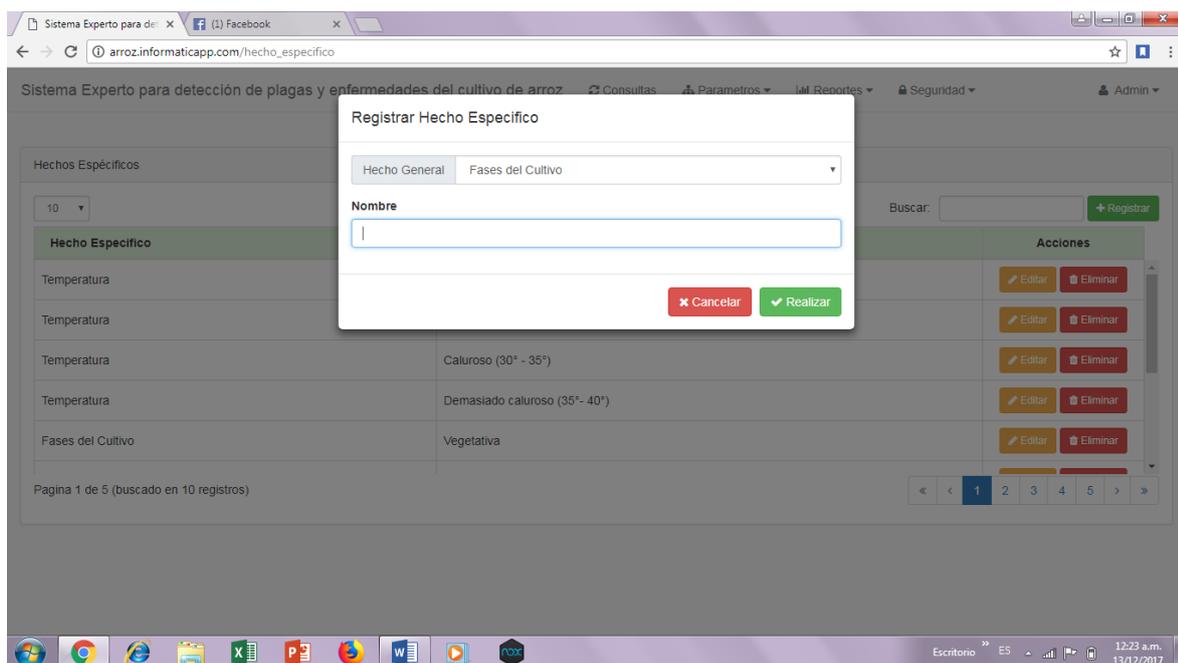


Figura 62: Registro de un hecho específico.

Fuente: Elaboración propia.

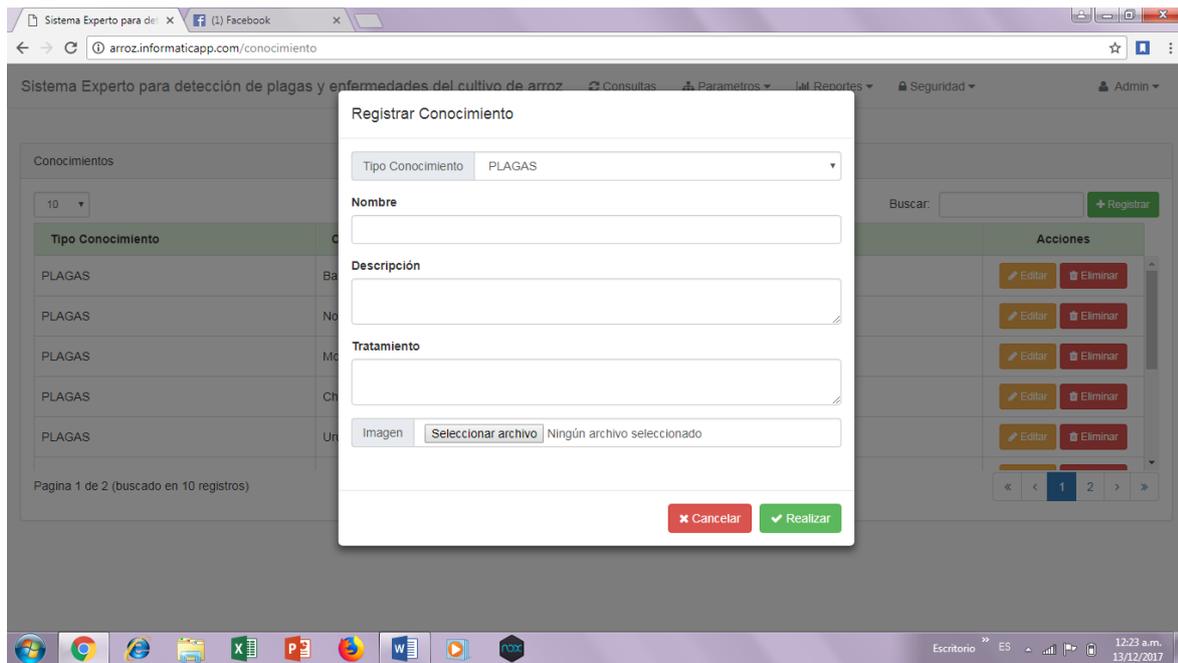


Figura 63: Registro de un conocimiento

Fuente: Elaboración propia.

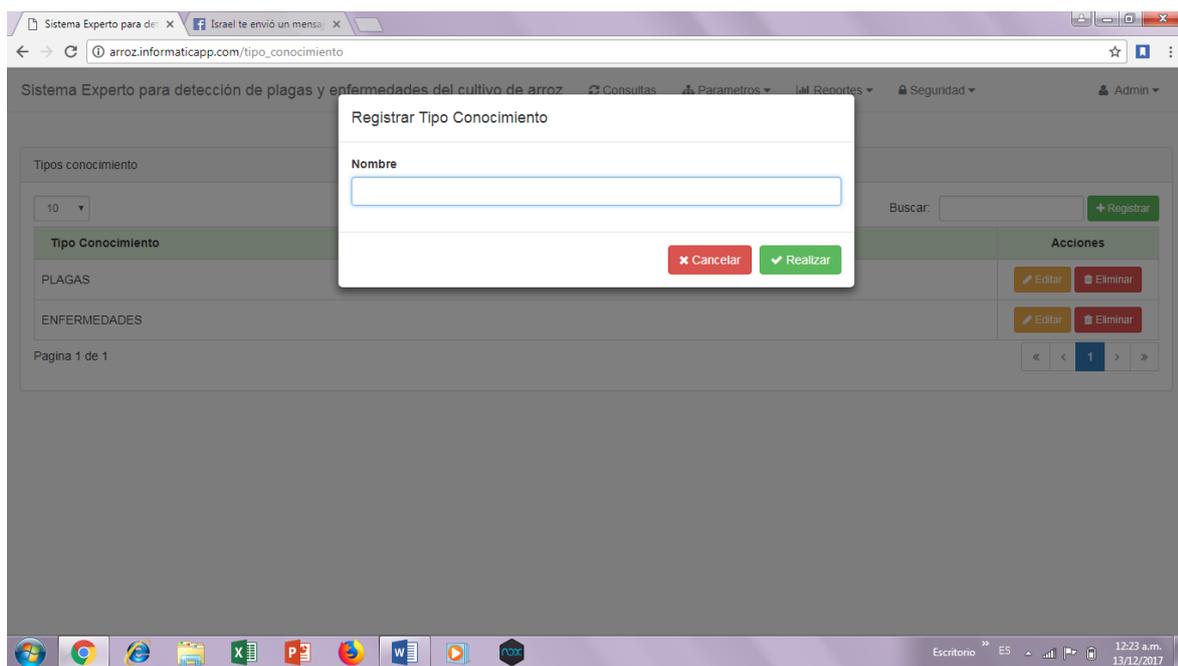


Figura 64: Registro del tipo de conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

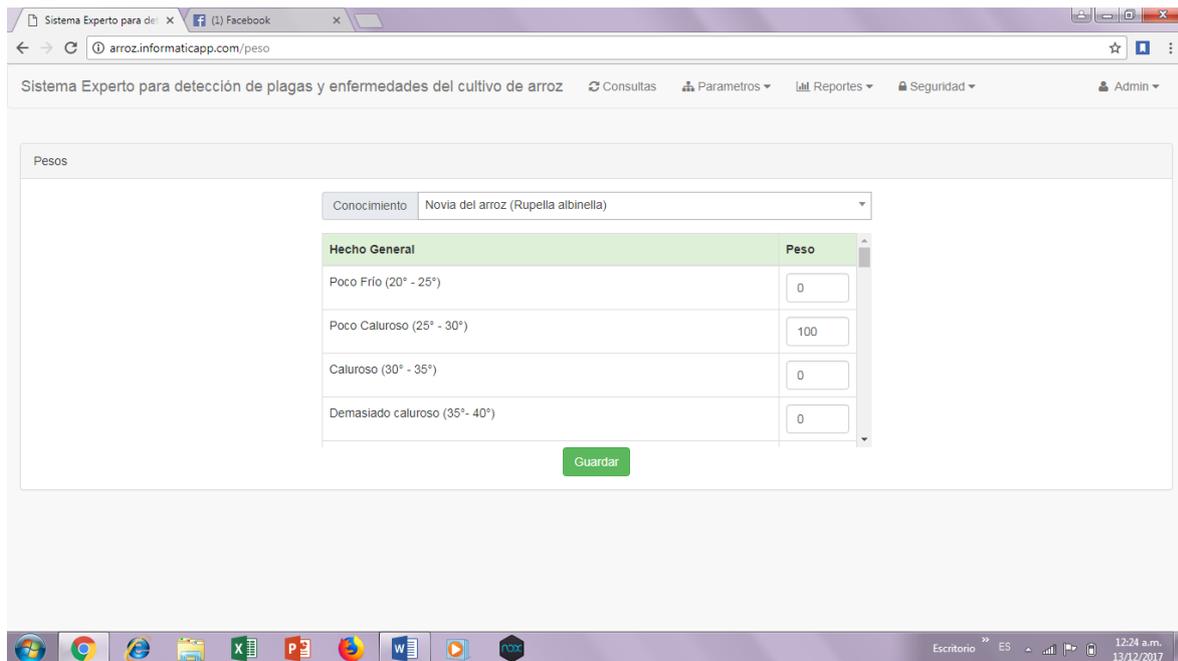


Figura 65: Asignación de pesos

Fuente: Elaboración propia

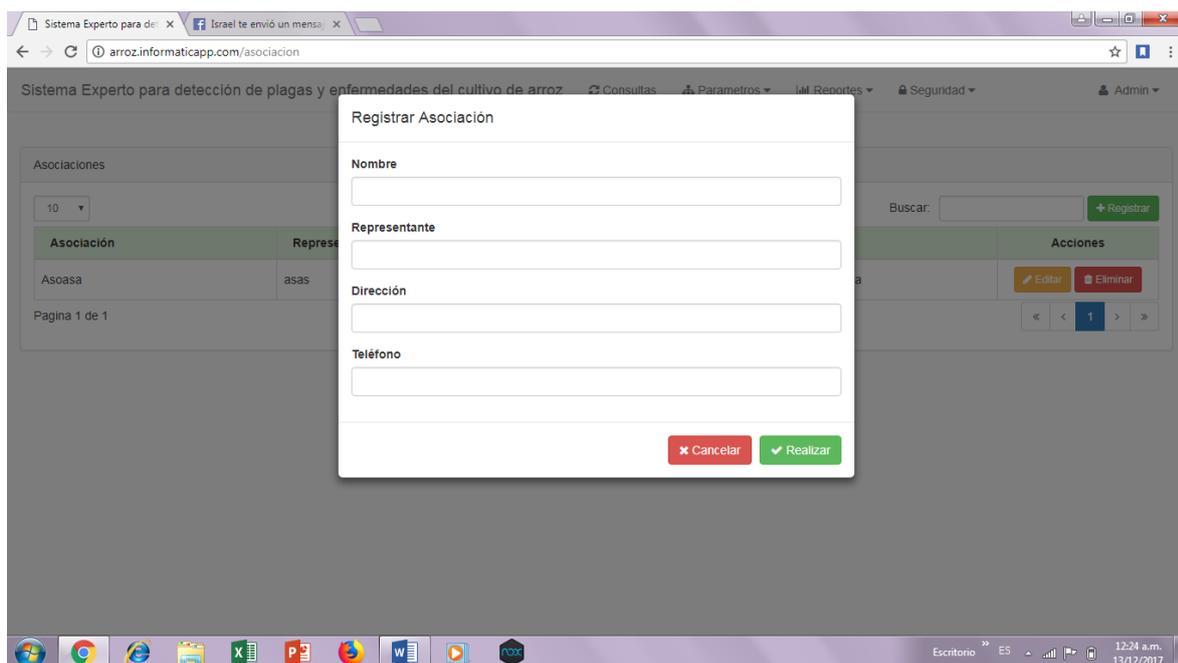


Figura 66: Registro de asociaciones.

Fuente: Elaboración propia.

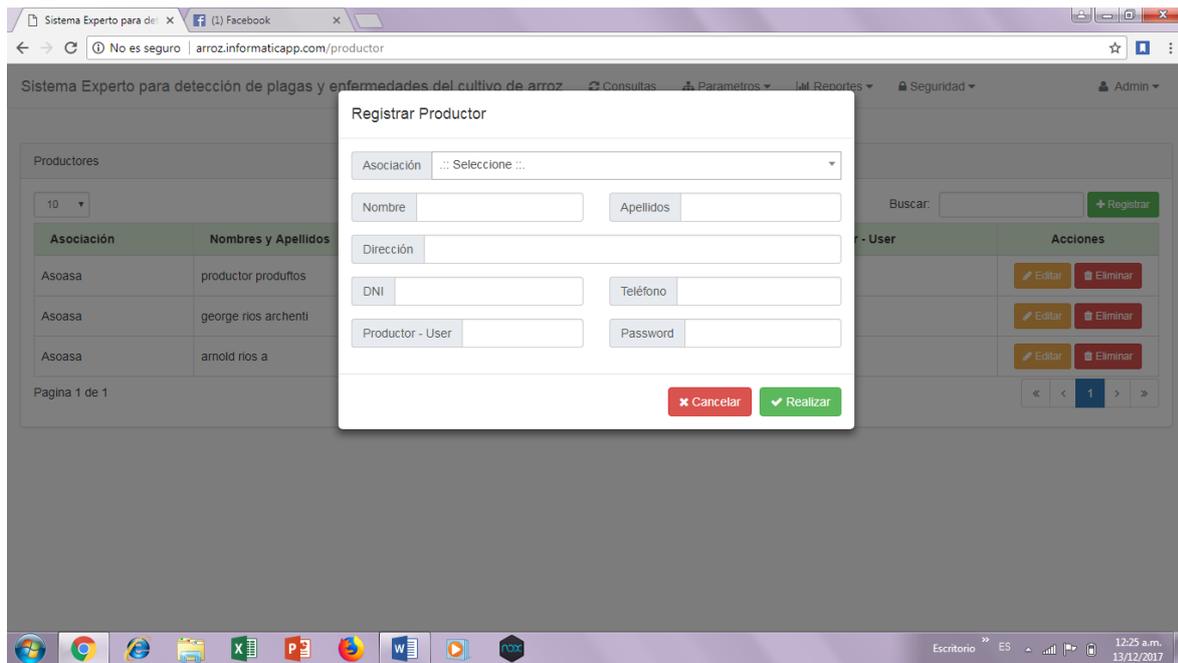


Figura 67: Registro de productores

Fuente: Elaboración propia

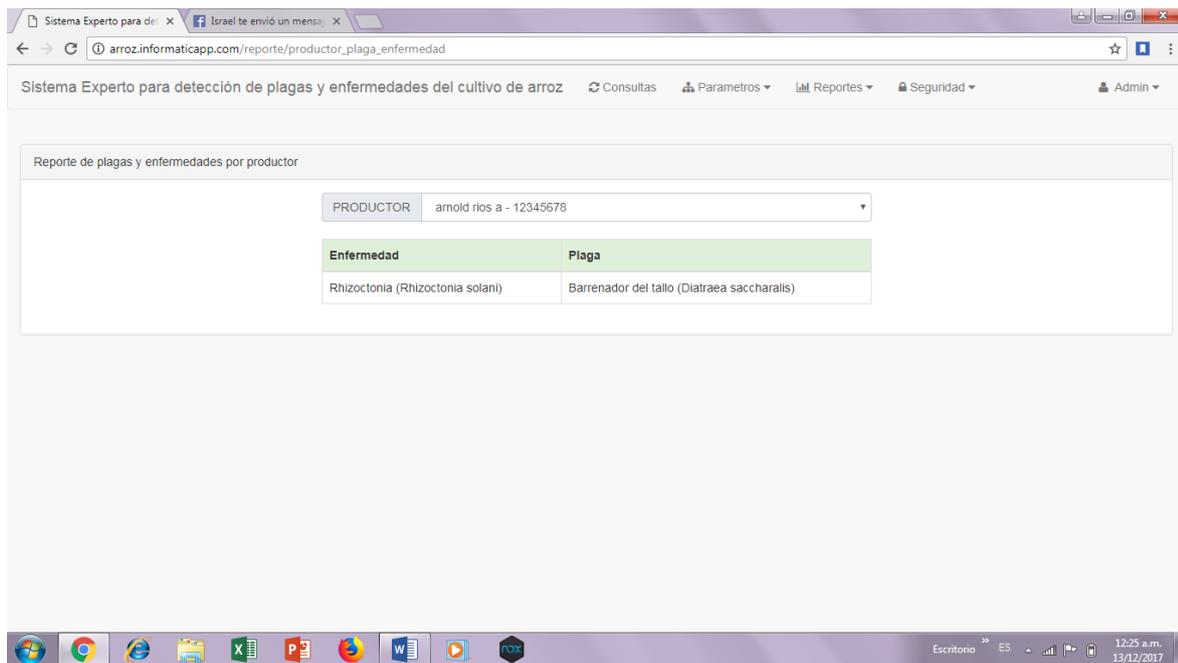


Figura 68: Reporte.

Fuente: Elaboración propia.

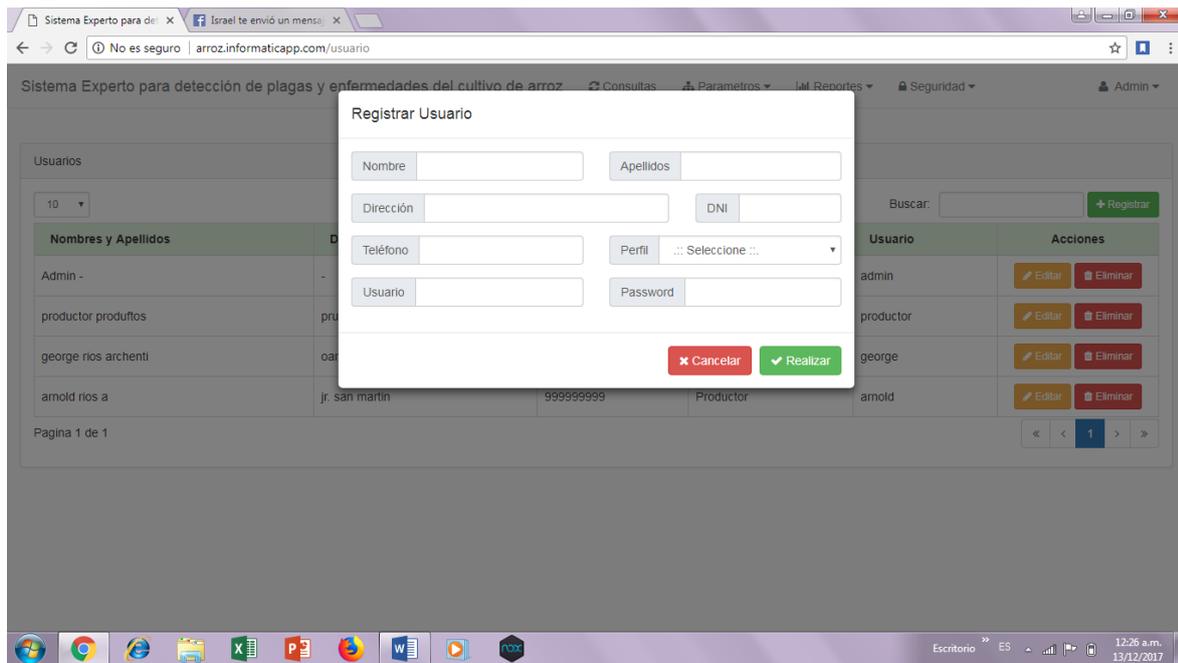


Figura 69: Registro de usuarios.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Medir la influencia del sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura de San Martín.

Indicador 1: Nivel de satisfacción sobre información de plagas.

Enunciado: La información que obtiene sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es:

Tabla 45

La información que obtiene sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es:

Escala	fi	hi%
Excelente	121	72.02%
Buena	30	17.86%
Regular	17	10.12%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

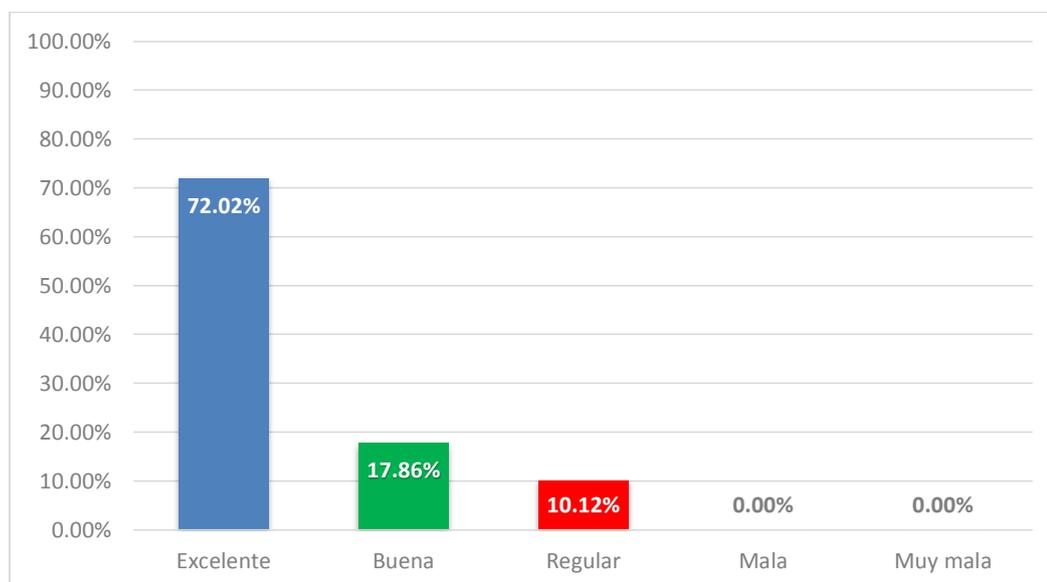


Figura 70: *La información que obtiene sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es:*

Fuente: Elaboración propia.

Del 100% de los encuestados, el 72.02% indica que la información obtenida sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es excelente, el 17.86% que es buena y un 10.12% que es regular.

Enunciado: La información sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es:

Tabla 46

La información sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es:

Escala	fi	hi%
Excelente	120	71.43%
Buena	29	17.26%
Regular	15	8.93%
Mala	0	0.00%
Muy mala	4	2.38%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia

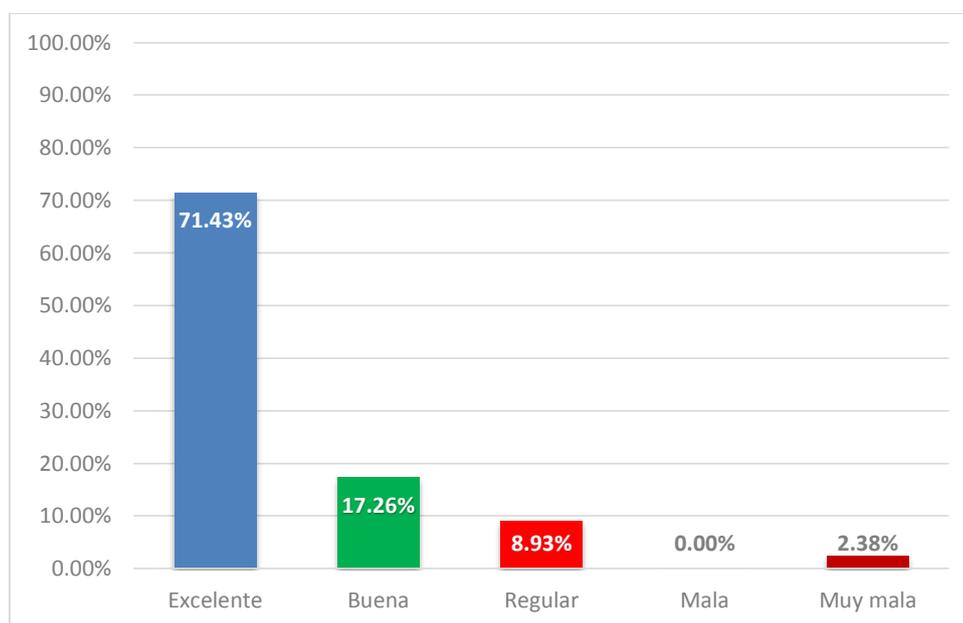


Figura 71: *La información sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es:*

Fuente: Elaboración propia.

Del 100% de los encuestados, el 71.43% indica que la información obtenida sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es excelente, el 17.26% que es buena, un 8.93% que es regular y el 2.38% asegura que es mala.

Enunciado: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es:

Tabla 47

La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es:

Escala	fi	hi%
Excelente	58	34.52%
Buena	98	58.33%
Regular	12	7.14%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

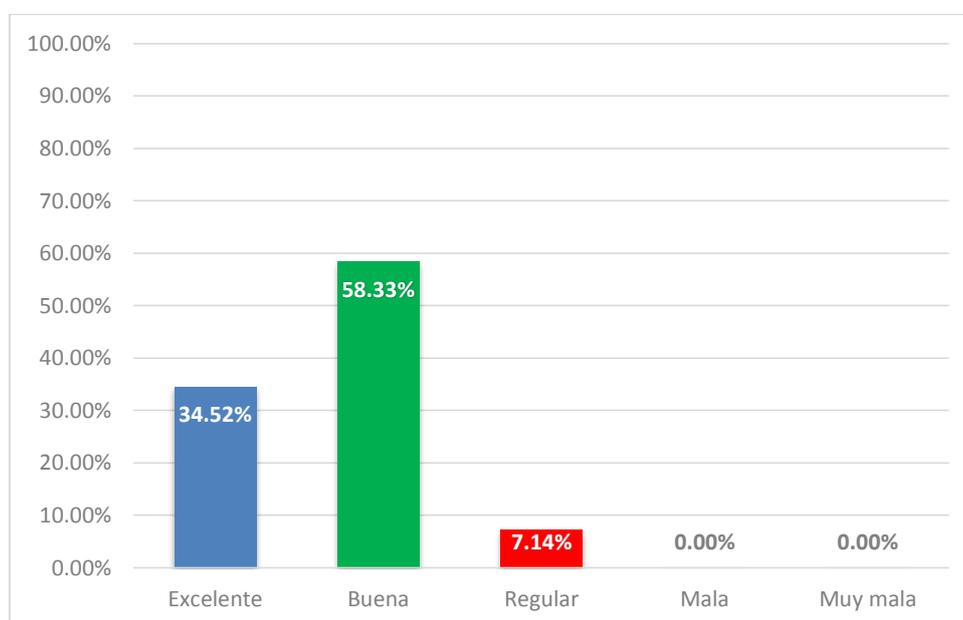


Figura 72: *La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es:*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados, el 34.52% indica que la información obtenida sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es excelente, el 58.33% que es buena y el 7.14% asegura que es regular.

Tabla 48

Resumen del indicador 1

Escala	fi	hi%
Excelente	100	59.52%
Buena	52	30.95%
Regular	15	8.93%
Mala	0	0.00%
Muy mala	1	0.60%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

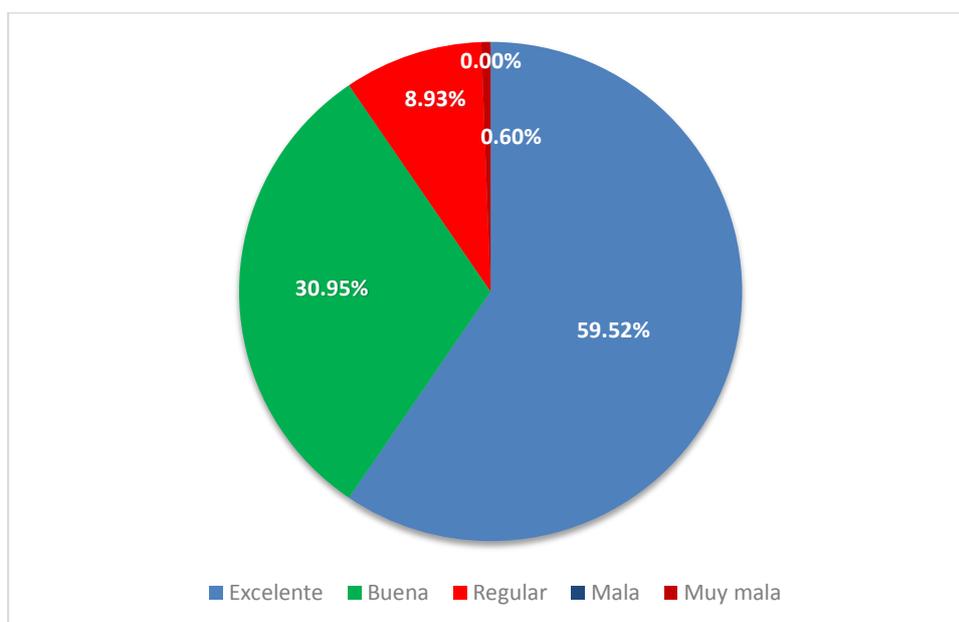


Figura 73: *Resumen del indicador 1*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

La Tabla 48 y la figura 73 muestran que la información obtenida sobre el nivel de satisfacción en plagas, el 59.52% indicó que es excelente, el 30.95% indicó que es buena, mientras que el 8.93% asegura que es regular, ninguno indicó que es mala y sólo el 0.60% indicó que es muy mala.

Indicador 2: Nivel de satisfacción sobre información de enfermedades

Enunciado: La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:

Tabla 49

La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:

Escala	fi	hi%
Excelente	118	70.24%
Buena	50	29.76%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

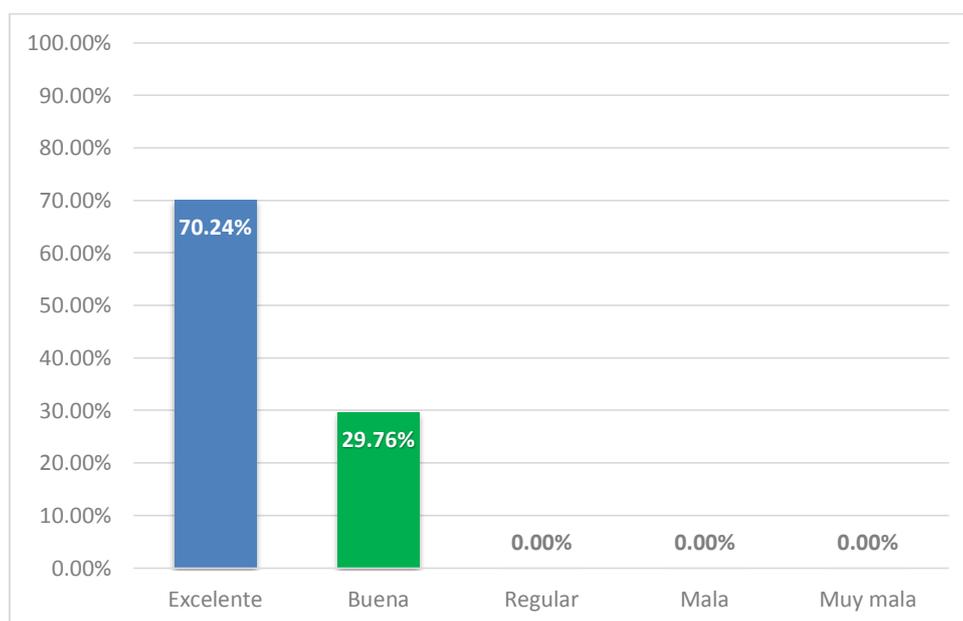


Figura 74: *La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados sobre la información obtenida respecto a las enfermedades que afectan al cultivo del arroz, el 70.24% indicó que es excelente y el 29.76% asegura que la información obtenida es buena.

Enunciado: La información sobre las causas naturales del brote de enfermedades en el arroz es:

Tabla 50

La información sobre las causas naturales del brote de enfermedades en el arroz es:

Escala	fi	hi%
Excelente	105	62.50%
Buena	63	37.50%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

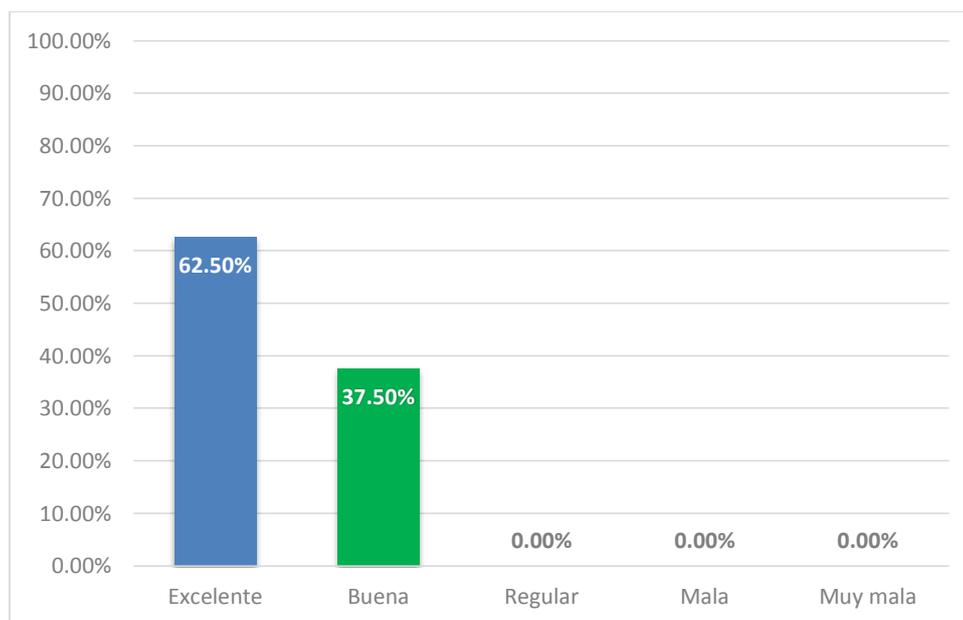


Figura 75: *La información sobre las causas naturales del brote de enfermedades en el arroz es:*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados, el 62.50% indica que la información obtenida con respecto a las causas naturales del brote de enfermedades en el arroz es excelente y el 37.50% asegura que es buena.

Enunciado: La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es:

Tabla 51

La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es:

Escala	fi	hi%
Excelente	67	39.88%
Buena	95	56.55%
Regular	6	3.57%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

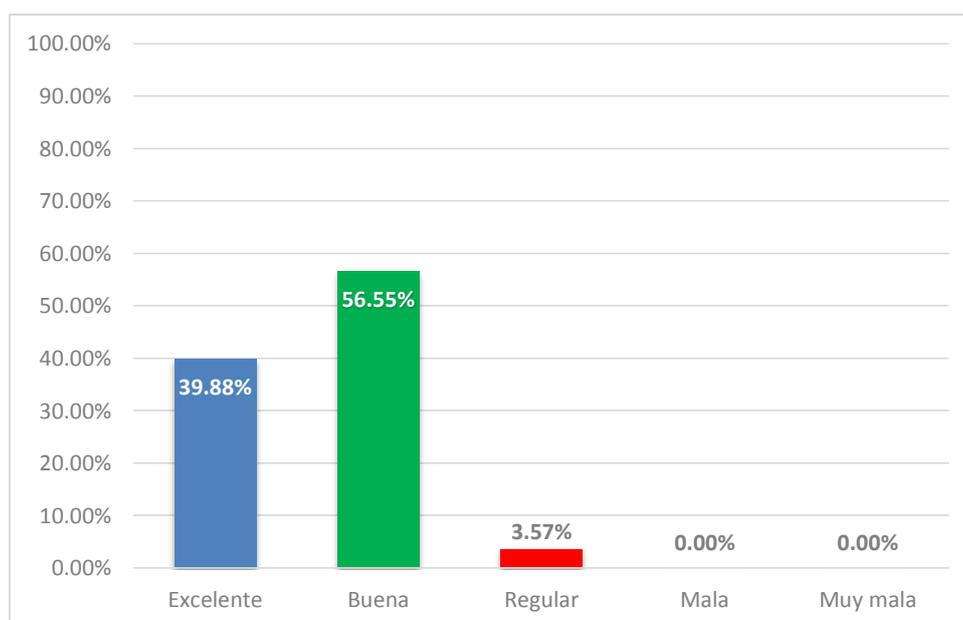


Figura 76: *La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es:*

Fuente: Elaboración propia.

Del 100% de los encuestados, el 39.88% indica que la información que se obtiene sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es excelente, el 56.55% asegura que la información obtenida es buena y el 3.57% opina que es regular.

Tabla 52

Resumen del indicador 2

Escala	fi	hi%
Excelente	97	57.74%
Buena	69	41.07%
Regular	2	1.19%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

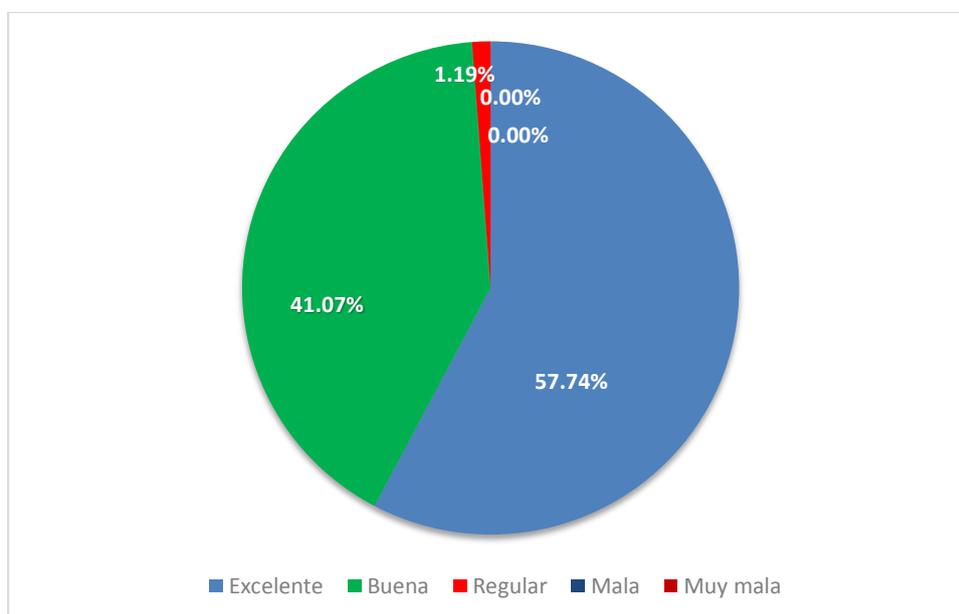


Figura 77: *Resumen del indicador 2*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

La Tabla 52 y la Figura 77 muestran que el 57.74% indicó que obtiene una **excelente** información sobre el nivel de satisfacción sobre información de enfermedades, el 41.07% indicó obtener **buena** información, mientras que el 1.19% obtiene Regular información, ninguno indica que la información obtenida es Mala y ninguno indica que es Muy mala.

Indicador 3: Nivel de uso de las tecnologías de información

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz?

Tabla 53

¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz?

Escala	fi	hi%
Excelente	130	77.38%
Buena	38	22.62%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

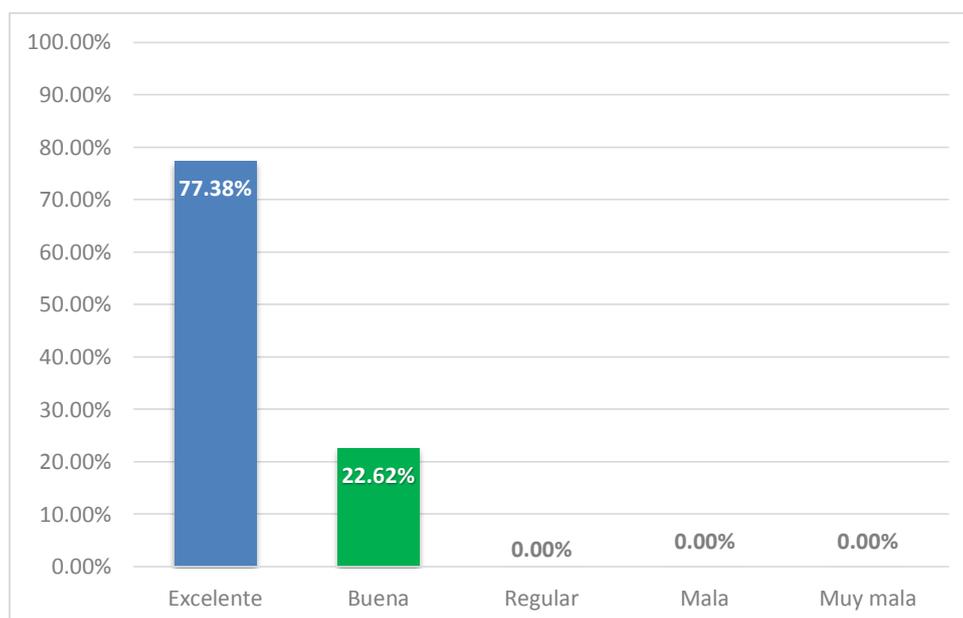


Figura 78: *¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz?*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados, el 77.38% califica el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz como Excelente mientras que el 22.62% asegura que el nivel es Bueno.

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz?

Tabla 54

¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz?

Escala	fi	hi%
Excelente	125	74.40%
Buena	43	25.60%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia

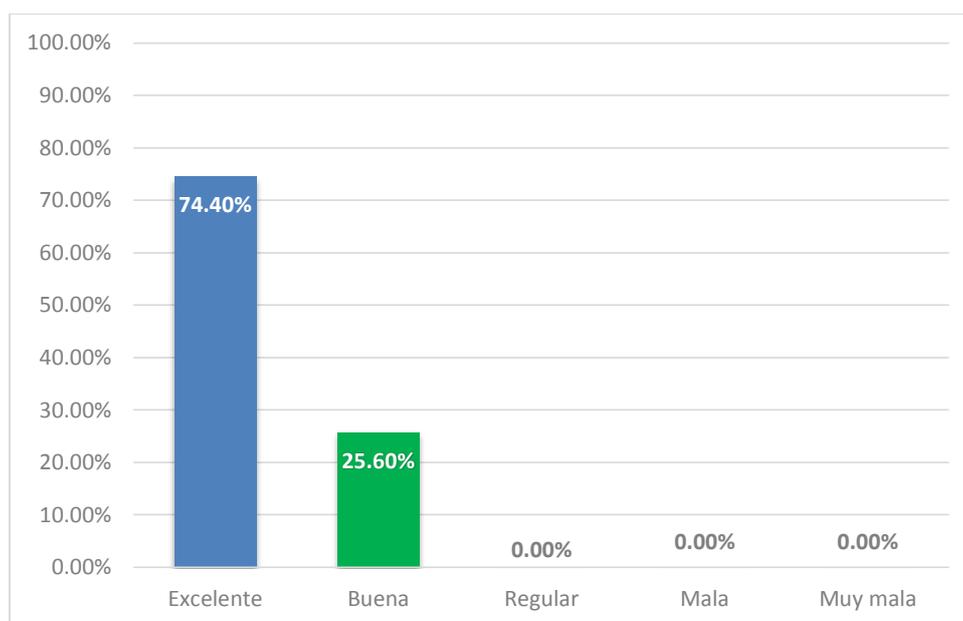


Figura 79: *¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz?*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados, el 74.40% califica el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz como excelente mientras que el 25.60% asegura que el nivel es bueno.

Enunciado: ¿Cómo considera que se aplican herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz?

Tabla 55

¿Cómo considera que se aplican herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz?

Escala	fi	hi%
Excelente	78	46.43%
Buena	55	32.74%
Regular	35	20.83%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia

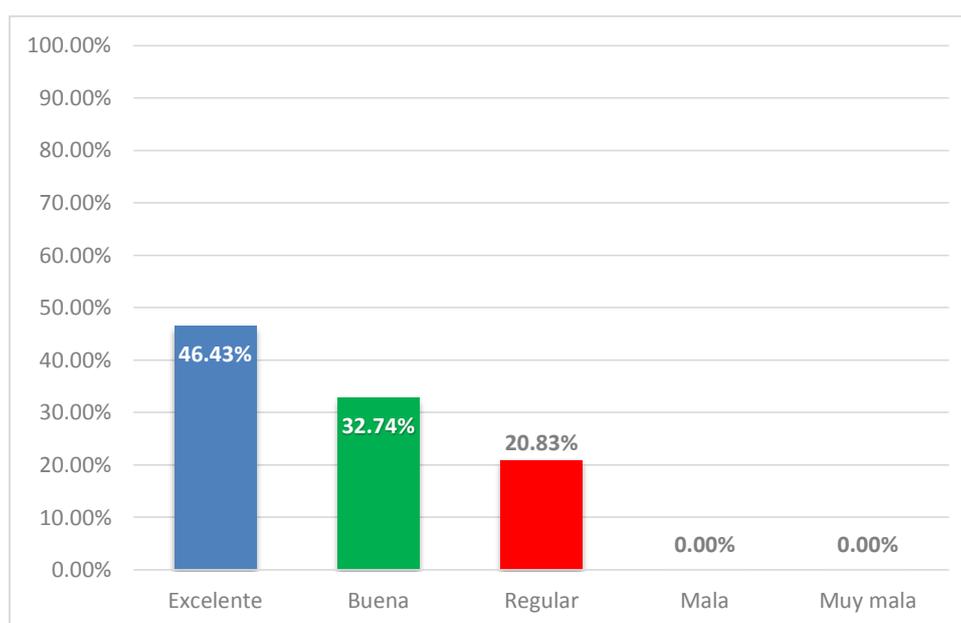


Figura 80: *¿Cómo considera que se aplican herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz?*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados, el 46.43% considera que la aplicación de herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz es excelente mientras que el 32.74% asegura que el nivel es bueno y el 20.83% lo califica como regular.

Tabla 56

Resumen del indicador 3

Escala	fi	hi%
Excelente	111	66.07%
Buena	45	26.79%
Regular	12	7.14%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

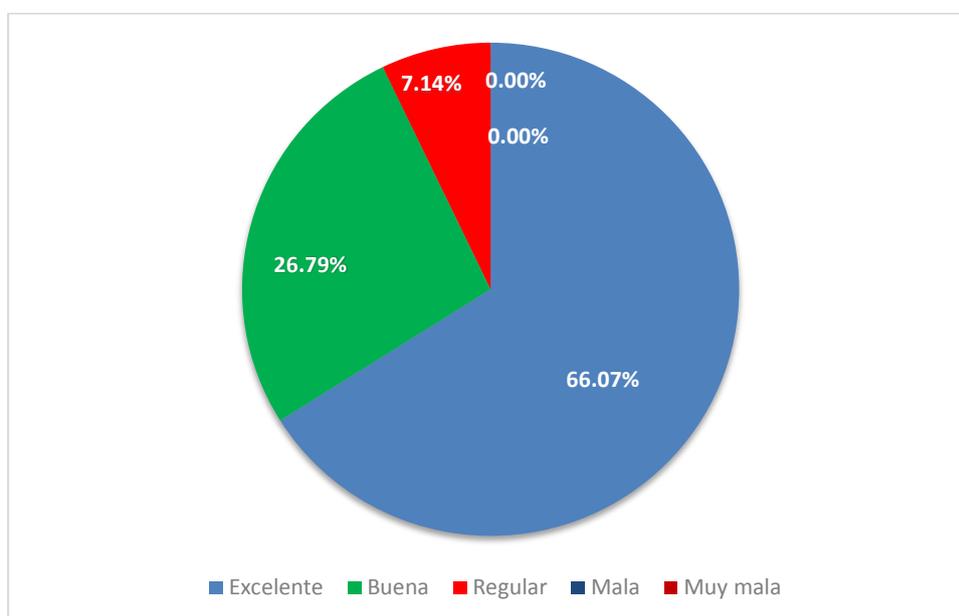


Figura 81: *Resumen del indicador 3*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

La Tabla 56 y la Figura 81 muestran que el 66.07% obtiene un excelente nivel de uso de tecnologías de información, el 26.79% indica que obtiene buena información, mientras que el 7.14% obtiene regular información, ninguno indicó que la información obtenida es Mala y ninguno indicó que es Muy mala.

Indicador 4: Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz?

Tabla 57

¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz?

Escala	fi	hi%
Excelente	114	67.86%
Buena	54	32.14%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

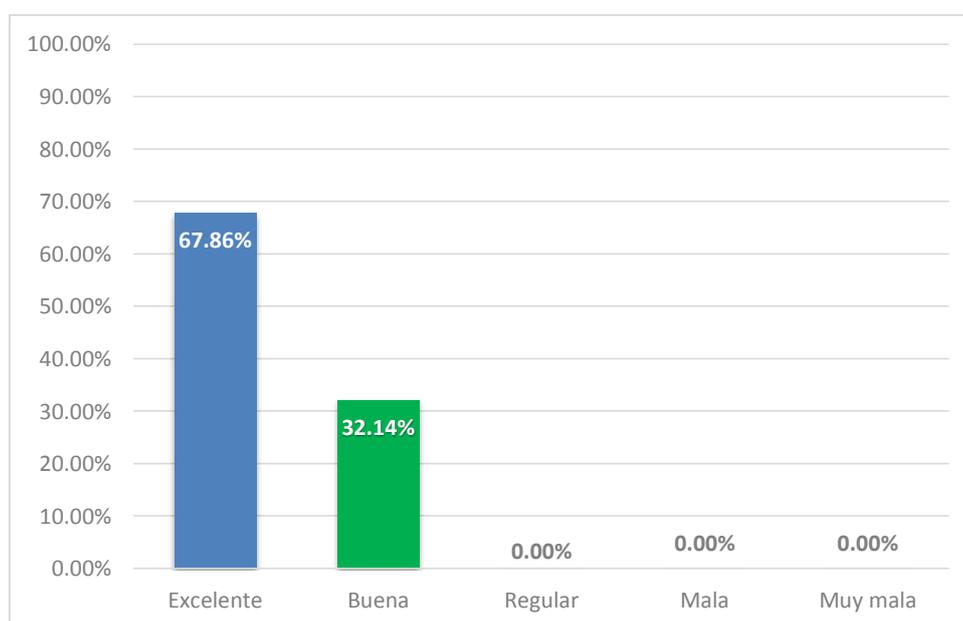


Figura 82: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz?

Fuente: Elaboración propia.

Del 100% de los encuestados, el 67.86% considera que el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz es Excelente mientras que el 32.14% asegura que el nivel es Bueno

Enunciado: ¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz?

Tabla 58

¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz?

Escala	fi	hi%
Excelente	113	67.26%
Buena	55	32.74%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

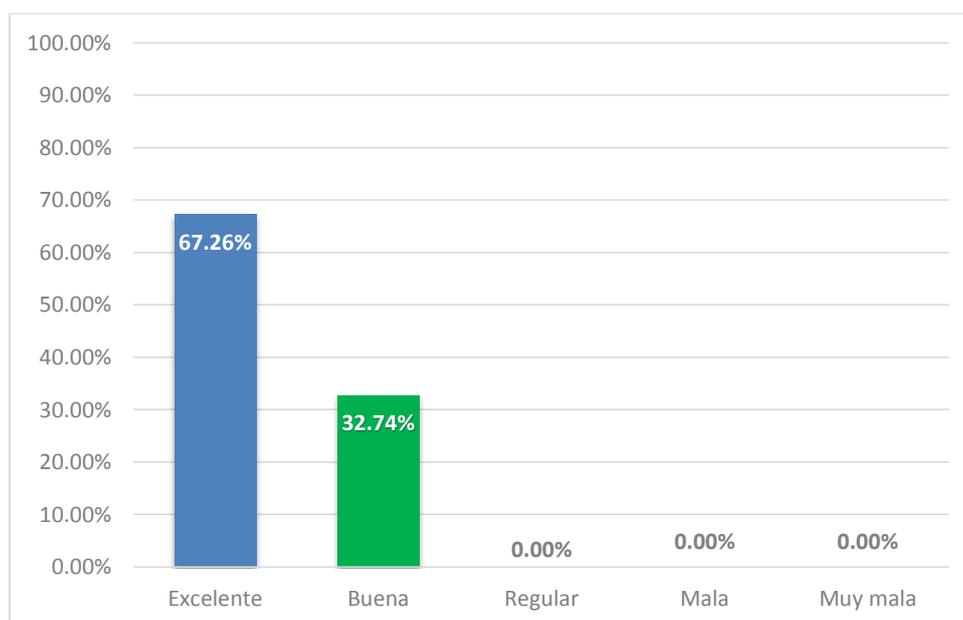


Figura 83: *¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz?*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados, el 67.26% considera que el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz es Excelente mientras que el 32.74% asegura que el nivel es Bueno.

Enunciado: La información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es:

Tabla 59

La información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es:

Escala	fi	hi%
Excelente	112	66.67%
Buena	56	33.33%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

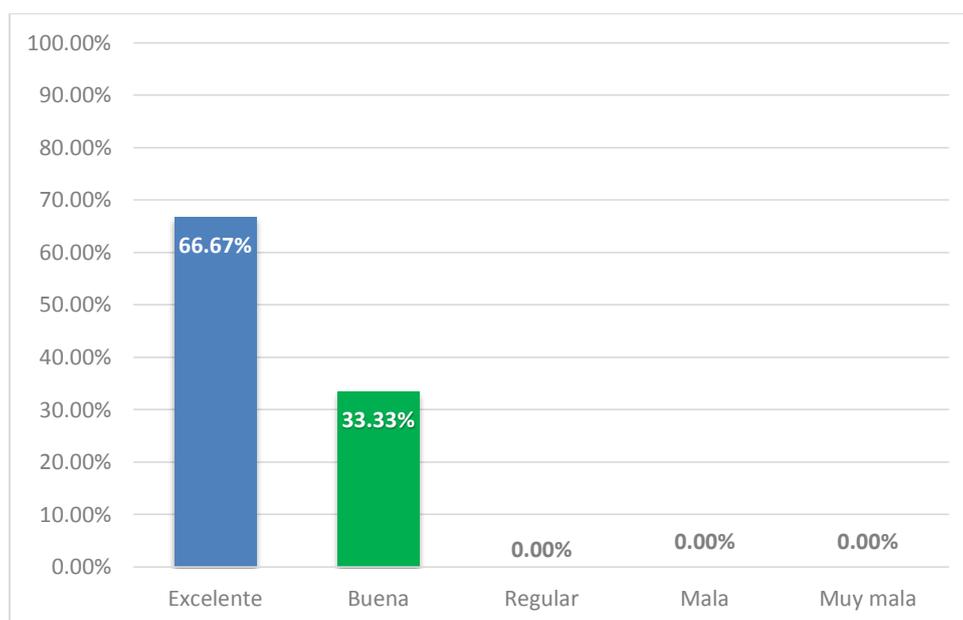


Figura 84: *La información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es:*

Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los encuestados, el 66.67% considera que la información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es Excelente mientras que el 33.33% asegura que el nivel es Bueno.

Tabla 60

Resumen del indicador 4

Escala	fi	hi%
Excelente	113	67.26%
Buena	55	32.74%
Regular	0	0.00%
Mala	0	0.00%
Muy mala	0	0.00%
TOTAL	168	100.00%

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada.

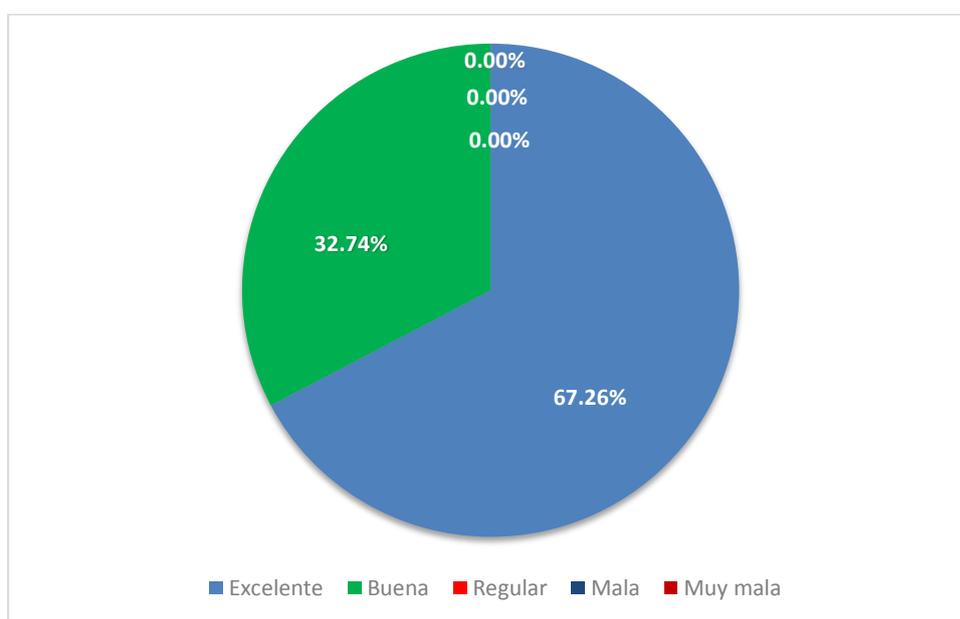


Figura 85: *Resumen del indicador 4*

Fuente: Elaboración propia - Encuesta realizada

La Tabla 60 y la Figura 85 muestran que el 67.26% indicó que obtiene un Excelente nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz, el 32.74% indica que obtiene Buena información, mientras que ninguno indicó que es Regular, Mala o Muy mala.

3.4. Prueba de Hipótesis.

Con los datos que se obtendrá a través del cuestionario se determinará el valor calculado con la siguiente fórmula:

$$z_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_1}}$$

Donde:}

z_c : Z calculada.

\bar{x}_1, \bar{x}_2 : Valores de la preprueba y posprueba, respectivamente.

s_1^2, s_2^2 : Varianza de la preprueba y posprueba, respectivamente.

n_1 : Muestra

Tabla 61

Base de datos Pre Test

Nº	D1	Nivel	D2	Nivel	D3	Nivel	D4	Nivel
1	3	Muy malo	6	Muy malo	6	Muy malo	6	Muy malo
2	4	Muy malo	4	Muy malo	3	Muy malo	5	Muy malo
3	5	Muy malo	3	Muy malo	4	Muy malo	3	Muy malo
4	5	Muy malo	4	Muy malo	6	Muy malo	6	Muy malo
5	3	Muy malo	4	Muy malo	4	Muy malo	8	Malo
6	3	Muy malo	3	Muy malo	3	Muy malo	8	Malo
7	7	Malo	6	Muy malo	4	Muy malo	7	Malo
8	7	Malo	8	Malo	3	Muy malo	9	Malo
9	8	Malo	9	Malo	6	Muy malo	7	Malo
10	9	Malo	9	Malo	6	Muy malo	7	Malo
11	9	Malo	8	Malo	3	Muy malo	9	Malo
12	9	Malo	7	Malo	4	Muy malo	7	Malo
13	8	Malo	7	Malo	6	Muy malo	9	Malo
14	7	Malo	7	Malo	6	Muy malo	9	Malo
15	8	Malo	9	Malo	3	Muy malo	7	Malo
16	9	Malo	7	Malo	9	Malo	7	Malo
17	7	Malo	7	Malo	9	Malo	8	Malo
18	9	Malo	8	Malo	7	Malo	7	Malo
19	7	Malo	7	Malo	9	Malo	8	Malo
20	8	Malo	9	Malo	7	Malo	9	Malo
21	7	Malo	9	Malo	7	Malo	7	Malo
22	8	Malo	7	Malo	8	Malo	7	Malo
23	8	Malo	9	Malo	8	Malo	8	Malo
24	7	Malo	9	Malo	8	Malo	8	Malo
25	9	Malo	9	Malo	8	Malo	7	Malo
26	8	Malo	8	Malo	7	Malo	7	Malo

27	7	Malo	8	Malo	8	Malo	7	Malo
28	9	Malo	7	Malo	7	Malo	8	Malo
29	9	Malo	7	Malo	8	Malo	8	Malo
30	7	Malo	9	Malo	9	Malo	7	Malo
31	8	Malo	8	Malo	7	Malo	8	Malo
32	8	Malo	9	Malo	9	Malo	9	Malo
33	9	Malo	7	Malo	7	Malo	9	Malo
34	9	Malo	7	Malo	9	Malo	8	Malo
35	9	Malo	9	Malo	8	Malo	9	Malo
36	8	Malo	9	Malo	9	Malo	8	Malo
37	7	Malo	7	Malo	7	Malo	9	Malo
38	7	Malo	9	Malo	9	Malo	9	Malo
39	8	Malo	7	Malo	8	Malo	9	Malo
40	8	Malo	8	Malo	9	Malo	7	Malo
41	8	Malo	7	Malo	8	Malo	9	Malo
42	7	Malo	8	Malo	8	Malo	9	Malo
43	7	Malo	8	Malo	7	Malo	9	Malo
44	9	Malo	7	Malo	8	Malo	7	Malo
45	7	Malo	9	Malo	9	Malo	7	Malo
46	8	Malo	7	Malo	9	Malo	8	Malo
47	9	Malo	9	Malo	8	Malo	9	Malo
48	7	Malo	9	Malo	8	Malo	9	Malo
49	9	Malo	9	Malo	7	Malo	9	Malo
50	7	Malo	9	Malo	8	Malo	8	Malo
51	7	Malo	8	Malo	9	Malo	8	Malo
52	8	Malo	8	Malo	8	Malo	9	Malo
53	9	Malo	9	Malo	7	Malo	7	Malo
54	7	Malo	7	Malo	7	Malo	11	Regular
55	7	Malo	8	Malo	9	Malo	11	Regular
56	7	Malo	9	Malo	8	Malo	11	Regular
57	7	Malo	9	Malo	7	Malo	11	Regular
58	9	Malo	8	Malo	9	Malo	10	Regular
59	9	Malo	9	Malo	8	Malo	10	Regular
60	9	Malo	9	Malo	7	Malo	10	Regular
61	8	Malo	7	Malo	9	Malo	11	Regular
62	9	Malo	7	Malo	8	Malo	10	Regular
63	8	Malo	8	Malo	7	Malo	11	Regular
64	10	Regular	11	Regular	7	Malo	11	Regular
65	11	Regular	11	Regular	9	Malo	11	Regular
66	10	Regular	11	Regular	9	Malo	11	Regular
67	10	Regular	10	Regular	9	Malo	10	Regular
68	11	Regular	10	Regular	7	Malo	11	Regular
69	11	Regular	11	Regular	9	Malo	10	Regular
70	10	Regular	10	Regular	8	Malo	11	Regular
71	11	Regular	11	Regular	8	Malo	10	Regular
72	10	Regular	11	Regular	7	Malo	11	Regular

73	11	Regular	11	Regular	7	Malo	11	Regular
74	10	Regular	10	Regular	7	Malo	10	Regular
75	10	Regular	11	Regular	9	Malo	10	Regular
76	11	Regular	11	Regular	7	Malo	11	Regular
77	10	Regular	10	Regular	9	Malo	10	Regular
78	10	Regular	10	Regular	7	Malo	10	Regular
79	10	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
80	10	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
81	11	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
82	11	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
83	10	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
84	11	Regular	10	Regular	11	Regular	11	Regular
85	11	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
86	11	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
87	10	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
88	10	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
89	10	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
90	10	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
91	11	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
92	11	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
93	10	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
94	10	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
95	10	Regular	10	Regular	11	Regular	11	Regular
96	11	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
97	10	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
98	10	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
99	10	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
100	11	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
101	11	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
102	10	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
103	10	Regular	10	Regular	11	Regular	11	Regular
104	10	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
105	11	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
106	10	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
107	11	Regular	10	Regular	11	Regular	11	Regular
108	10	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
109	11	Regular	10	Regular	11	Regular	11	Regular
110	10	Regular	10	Regular	10	Regular	10	Regular
111	10	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
112	10	Regular	10	Regular	10	Regular	10	Regular
113	10	Regular	10	Regular	11	Regular	11	Regular
114	10	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
115	10	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
116	10	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
117	11	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
118	11	Regular	10	Regular	10	Regular	10	Regular

119	11	Regular	10	Regular	10	Regular	10	Regular
120	10	Regular	10	Regular	11	Regular	10	Regular
121	11	Regular	10	Regular	10	Regular	10	Regular
122	11	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
123	10	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
124	11	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
125	11	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
126	10	Regular	10	Regular	11	Regular	11	Regular
127	10	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
128	11	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
129	11	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
130	10	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
131	11	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
132	11	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
133	11	Regular	11	Regular	10	Regular	11	Regular
134	11	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
135	11	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
136	10	Regular	10	Regular	10	Regular	10	Regular
137	11	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
138	11	Regular	11	Regular	11	Regular	10	Regular
139	10	Regular	10	Regular	10	Regular	10	Regular
140	11	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
141	11	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
142	10	Regular	11	Regular	10	Regular	10	Regular
143	11	Regular	11	Regular	11	Regular	11	Regular
144	10	Regular	10	Regular	10	Regular	11	Regular
145	12	Buena	10	Regular	11	Regular	11	Regular
146	12	Buena	11	Regular	13	Buena	10	Regular
147	13	Buena	12	Buena	12	Buena	11	Regular
148	13	Buena	13	Buena	12	Buena	13	Buena
149	12	Buena	12	Buena	13	Buena	12	Buena
150	12	Buena	13	Buena	12	Buena	13	Buena
151	13	Buena	13	Buena	12	Buena	12	Buena
152	12	Buena	13	Buena	13	Buena	12	Buena
153	12	Buena	12	Buena	13	Buena	13	Buena
154	13	Buena	12	Buena	12	Buena	13	Buena
155	13	Buena	13	Buena	12	Buena	13	Buena
156	13	Buena	12	Buena	13	Buena	12	Buena
157	12	Buena	12	Buena	12	Buena	12	Buena
158	12	Buena	13	Buena	12	Buena	12	Buena
159	13	Buena	13	Buena	13	Buena	13	Buena
160	13	Buena	12	Buena	12	Buena	12	Buena
161	13	Buena	12	Buena	13	Buena	12	Buena
162	12	Buena	12	Buena	12	Buena	13	Buena
163	12	Buena	13	Buena	12	Buena	13	Buena
164	12	Buena	13	Buena	12	Buena	12	Buena

165	13	Buena	12	Buena	13	Buena	12	Buena
166	12	Buena	12	Buena	13	Buena	13	Buena
167	12	Buena	12	Buena	13	Buena	13	Buena
168	14	Excelente	14	Excelente	12	Buena	12	Buena

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62

Base de datos Post Test

N°	D1	Nivel	D2	Nivel	D3	Nivel	D4	Nivel
1	D1	Nivel	D2	Nivel	D3	Nivel	D4	Nivel
2	5	Muy malo	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
3	11	Regular	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
4	10	Regular	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
5	10	Regular	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
6	10	Regular	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
7	11	Regular	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
8	11	Regular	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
9	10	Regular	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
10	10	Regular	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
11	11	Regular	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
12	11	Regular	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
13	11	Regular	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
14	10	Regular	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
15	10	Regular	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
16	11	Regular	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
17	10	Regular	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
18	13	Buena	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
19	12	Buena	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
20	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
21	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
22	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
23	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
24	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
25	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
26	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
27	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
28	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
29	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
30	13	Buena	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
31	13	Buena	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
32	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
33	13	Buena	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
34	13	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente

35	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
36	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
37	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
38	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
39	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
40	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
41	13	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
42	13	Buena	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
43	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
44	12	Buena	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
45	13	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
46	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
47	13	Buena	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
48	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
49	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
50	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
51	13	Buena	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
52	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
53	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
54	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
55	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
56	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
57	13	Buena	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
58	13	Buena	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
59	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
60	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
61	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
62	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
63	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
64	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
65	13	Buena	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
66	12	Buena	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
67	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
68	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
69	12	Buena	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
70	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
71	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
72	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
73	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
74	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
75	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
76	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
77	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
78	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
79	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
80	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente

81	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
82	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
83	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
84	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
85	15	Excelente	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
86	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
87	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
88	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
89	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
90	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
91	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
92	14	Excelente	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
93	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
94	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente	14	Excelente
95	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente	14	Excelente
96	15	Excelente	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente
97	15	Excelente	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
98	14	Excelente	14	Excelente	15	Excelente	15	Excelente
99	14	Excelente	13	Buena	14	Excelente	14	Excelente
100	15	Excelente	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente
101	14	Excelente	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente
102	14	Excelente	12	Buena	15	Excelente	15	Excelente
103	15	Excelente	13	Buena	15	Excelente	14	Excelente
104	14	Excelente	13	Buena	14	Excelente	14	Excelente
105	14	Excelente	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente
106	14	Excelente	13	Buena	15	Excelente	14	Excelente
107	14	Excelente	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente
108	15	Excelente	12	Buena	14	Excelente	15	Excelente
109	14	Excelente	13	Buena	14	Excelente	15	Excelente
110	15	Excelente	12	Buena	14	Excelente	15	Excelente
111	14	Excelente	12	Buena	14	Excelente	14	Excelente
112	14	Excelente	13	Buena	15	Excelente	14	Excelente
113	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	14	Excelente
114	14	Excelente	13	Buena	13	Buena	15	Excelente
115	14	Excelente	12	Buena	12	Buena	13	Buena
116	14	Excelente	12	Buena	12	Buena	12	Buena
117	14	Excelente	13	Buena	12	Buena	12	Buena
118	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	13	Buena
119	14	Excelente	13	Buena	13	Buena	13	Buena
120	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	13	Buena
121	15	Excelente	13	Buena	13	Buena	12	Buena
122	14	Excelente	13	Buena	12	Buena	12	Buena
123	15	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
124	15	Excelente	13	Buena	12	Buena	13	Buena
125	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	13	Buena
126	15	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena

127	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	12	Buena
128	14	Excelente	13	Buena	12	Buena	12	Buena
129	15	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
130	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	13	Buena
131	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	12	Buena
132	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	13	Buena
133	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	13	Buena
134	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
135	14	Excelente	13	Buena	13	Buena	13	Buena
136	15	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
137	15	Excelente	13	Buena	13	Buena	12	Buena
138	15	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
139	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
140	15	Excelente	13	Buena	12	Buena	13	Buena
141	14	Excelente	13	Buena	13	Buena	13	Buena
142	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	13	Buena
143	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
144	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	12	Buena
145	14	Excelente	12	Buena	12	Buena	12	Buena
146	14	Excelente	12	Buena	12	Buena	12	Buena
147	14	Excelente	13	Buena	12	Buena	13	Buena
148	14	Excelente	12	Buena	12	Buena	12	Buena
149	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	13	Buena
150	15	Excelente	13	Buena	13	Buena	13	Buena
151	15	Excelente	12	Buena	12	Buena	12	Buena
152	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	13	Buena
153	15	Excelente	13	Buena	13	Buena	13	Buena
154	14	Excelente	13	Buena	12	Buena	13	Buena
155	15	Excelente	13	Buena	12	Buena	13	Buena
156	14	Excelente	12	Buena	13	Buena	13	Buena
157	14	Excelente	13	Buena	12	Buena	12	Buena
158	14	Excelente	12	Buena	10	Regular	13	Buena
159	15	Excelente	13	Buena	10	Regular	12	Buena
160	15	Excelente	13	Buena	11	Regular	12	Buena
161	15	Excelente	12	Buena	11	Regular	12	Buena
162	14	Excelente	13	Buena	10	Regular	12	Buena
163	14	Excelente	12	Buena	11	Regular	12	Buena
164	14	Excelente	12	Buena	10	Regular	13	Buena
165	14	Excelente	13	Buena	10	Regular	12	Buena
166	14	Excelente	13	Buena	10	Regular	13	Buena
167	14	Excelente	13	Buena	10	Regular	12	Buena
168	15	Excelente	11	Regular	10	Regular	13	Buena

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63

Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el nivel de satisfacción sobre información de plagas en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Mediciones	Hipótesis	Valor calculado	Valor tabulado $\alpha = 5\%$	Decisión
	$H_0: \mu O_1 = \mu O_2$			
$O_1 - O_2$	$H_0: \mu O_1 < \mu O_2$	-18.97	-1,96	Rechaza H_0

Fuente: Datos procesados con la distribución normal en Z.

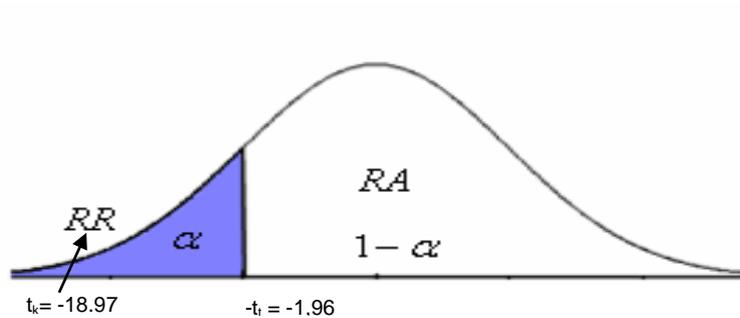


Figura 86: *Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de satisfacción sobre información de plagas en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”*

Fuente: Tabla N° 61

Interpretación:

El análisis para el estudio de diseño preexperimental con mediciones antes y después, corresponde a la medición ($O_1 - O_2$), de la prueba de diferencia entre dos medias con observaciones apareadas. El valor calculado (-18.97) es menor al valor tabulado (-1,96), en la prueba unilateral de cola a la izquierda, ubicándose en la región de rechazo. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, es corroborada la hipótesis alterna, es decir, la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz influye significativamente en el nivel

de satisfacción sobre información de plagas en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Tabla 64

Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el nivel de satisfacción sobre información de enfermedades en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Mediciones	Hipótesis	Valor calculado	Valor tabulado $\alpha = 5\%$	Decisión
	$H_0: \mu O_1 = \mu O_2$			
$O_1 - O_2$	$H_0: \mu O_1 < \mu O_2$	-21.51	-1,96	Rechaza H_0

Fuente: Datos procesados con la distribución normal en Z.

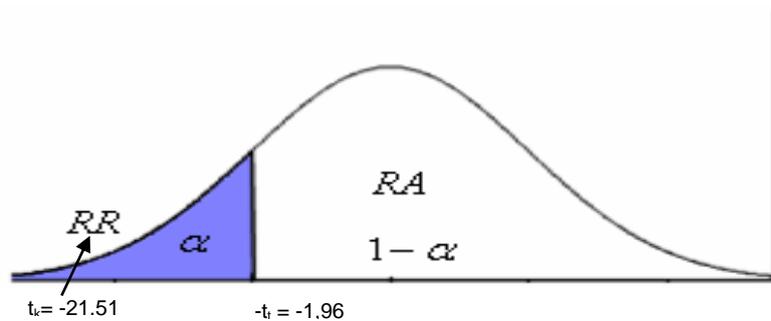


Figura 87: *Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el nivel de satisfacción sobre información de enfermedades en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”*

Fuente: Tabla N° 62

Interpretación:

El análisis para el estudio de diseño preexperimental con mediciones antes y después, corresponde a la medición ($O_1 - O_2$), de la prueba de diferencia entre dos medias con

observaciones apareadas. El valor calculado (-21.51) es menor al valor tabulado (-1,96), en la prueba unilateral de cola a la izquierda, ubicándose en la región de rechazo. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, es corroborada la hipótesis alterna, es decir, la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz influye significativamente en el Nivel de satisfacción sobre información de enfermedades en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Tabla 65

Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de uso de las tecnologías de información en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Mediciones	Hipótesis	Valor calculado	Valor tabulado $\alpha = 5\%$	Decisión
	$H_0: \mu O_1 = \mu O_2$			
$O_1 - O_2$	$H_0: \mu O_1 < \mu O_2$	-22.80	-1,96	Rechaza H_0

Fuente: Datos procesados con la distribución normal en Z.

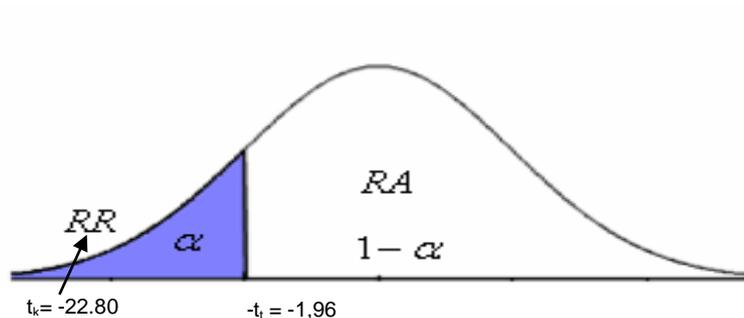


Figura 88: *Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de uso de las tecnologías de información en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”*

Fuente: Tabla N° 63

Interpretación:

El análisis para el estudio de diseño preexperimental con mediciones antes y después, corresponde a la medición ($O_1 - O_2$), de la prueba de diferencia entre dos medias con observaciones apareadas. El valor calculado (-22.80) es menor al valor tabulado (-1,96), en la prueba unilateral de cola a la izquierda, ubicándose en la región de rechazo. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, es corroborada la hipótesis alterna, es decir, la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz influye significativamente en el Nivel de uso de las tecnologías de información en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Tabla 66

Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Mediciones	Hipótesis	Valor calculado	Valor tabulado $\alpha = 5\%$	Decisión
	$H_0: \mu O_1 = \mu O_2$			
$O_1 - O_2$	$H_0: \mu O_1 < \mu O_2$	-24.38	-1,96	Rechaza H_0

Fuente: Datos procesados con la distribución normal en Z.

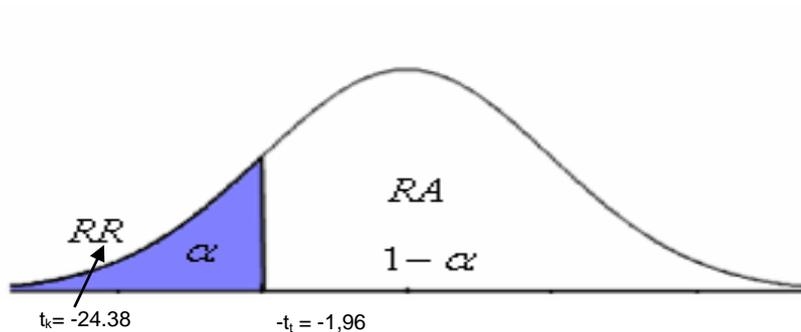


Figura 89: *Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”*

Fuente: Tabla N° 64

Interpretación:

El análisis para el estudio de diseño preexperimental con mediciones antes y después, corresponde a la medición ($O_1 - O_2$), de la prueba de diferencia entre dos medias con observaciones apareadas. El valor calculado (-24.38) es menor al valor tabulado (-1,96), en la prueba unilateral de cola a la izquierda, ubicándose en la región de rechazo. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, es corroborada la hipótesis alterna, es decir, la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz influye significativamente en el Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

Tabla 67

Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016

Mediciones	Hipótesis	Valor calculado	Valor tabulado $\alpha = 5\%$	Decisión
	$H_0: \mu O_1 = \mu O_2$			
$O_1 - O_2$	$H_0: \mu O_1 < \mu O_2$	-26.14	-1,96	Rechaza H_0

Fuente: Datos procesados con la distribución normal en Z.

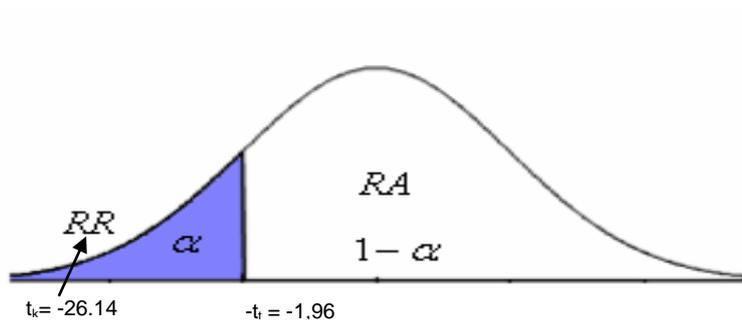


Figura 90: *Prueba de hipótesis de la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016*

Fuente: Tabla N° 61

Interpretación:

El análisis para el estudio de diseño pre experimental con mediciones antes y después, corresponde a la medición ($O_1 - O_2$), de la prueba de diferencia entre dos medias con observaciones apareadas. El valor calculado (-26.14) es menor al valor tabulado (-1,96), en la prueba unilateral de cola a la izquierda, ubicándose en la región de rechazo. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, es corroborada la hipótesis alterna, es decir, la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz influye significativamente sobre información de plagas en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016”

IV. DISCUSIÓN

Los cultivos de arroz son una de las prioridades de la Dirección Regional de Agricultura y San Martín. En el presente estudio la implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz tiene como campo de acción a los agricultores de la región San Martín a fin de mejorar la detección de plagas y enfermedades, y evitar grandes pérdidas en dicho sector.

Según Baquero (2013), expresó que un sistema de control de plagas puede ser de gran importancia, ya que se puede realizar tareas como registrar la información de plagas y enfermedades que serán enviados a una base de datos, esto favorece a una toma de decisiones más rápida y los resultados obtenidos antes y después de la implementación del sistema lo corroboran, así en la tabla N° 06 se observa que el grupo experimental, al inicio, considera la información que se obtiene sobre las plagas como regular, al finalizar la intervención, la información que se obtiene sobre plagas es considerada por la mayoría de encuestados como excelente.

Apoyando las conclusiones de Baquero (2013) y Bula (2012), quienes afirman que el sistema experto tomará decisiones mucho más rápidas y eficientes de lo que lo haría un experto humana, en este sentido, estos resultados apoyan dicha conclusión, en este sentido en la tabla N° 09 se observa que el grupo experimental, al inicio, opina la información que se obtiene sobre las enfermedades que afectan al cultivo de arroz es regular, al finalizar la intervención, la opinión que se obtiene sobre las enfermedades es considera como excelente .

Los resultados mostrados se encuentran vinculados con los de Echevarría, Gomez y Rodríguez (2008), quienes concluyen que la aplicación de un sistema experto en el sector agrícola es de suma importancia, esto hará de los productos una mayor calidad, esto se evidencia en las tablas, N° 12 se observa que el grupo experimental al inicio considera a la información que se obtiene sobre la calificación del nivel de uso de herramientas tecnológicas como regula. Al finalizar la intervención, los resultados que se obtienen sobre el nivel de uso de herramientas tecnológicas son excelentes.

Los resultados mostrados se encuentran relacionados a los de Barrantes y Vigo (2010) quienes manifiestan que la implementación de un sistema experto en el sector agrícola

permitiría a los agricultores competir en mercados externos, esto debido a una mejora en la calidad de los productos, así la tabla N° 15 evidencia que la calificación del nivel de consolidación de la información de plagas varía tiene una mayor incidencia en el nivel de regular, después de la implementación del sistema experto se evidenció una considerable mejora en la calificación, siendo la mayor incidencia en el nivel de excelente.

Tras analizar los resultados obtenidos se puede apreciar que, en un inicio, el grupo experimental mostró calificaciones que variaban entre buena, regular, mala y muy mala, y después de la implementación del sistema experto, todas las tablas evidenciaron una considerable mejora ya que la mayoría en de ellas, las calificaciones sólo variaban entre excelente y buena.

V. CONCLUSIONES

- Para la realización del estudio sobre la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la región San Martín, se ha considerado que en el presente estudio ha expuesto el bajo nivel de satisfacción que presentaban los agricultores en cuanto a la información obtenida sobre plagas y enfermedades el cultivo de arroz, ocasionando un deficiente manejo en el control de dichas plagas.
- En el diseño e implementación del prototipo del sistema experto basado en redes neuronales se logró validar el sistema experto con los especialistas de la cadena productiva del arroz de la Dirección Regional de Agricultura de San Martín, el diseño de esta red neuronal presenta grandes ventajas con respecto a otros modelos típicos de solución, además su implementación se muestra como una solución confiable al problema presentado, dando al usuario final un ambiente flexible y amigable de trabajo.
- Se logró medir la influencia del sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura de San Martín, además se puede afirmar que la implementación del sistema experto ha mejorado los niveles de satisfacción de los involucrados en el estudio, ya que estos muestran niveles de muy bueno y bueno en la mayoría de los indicadores.

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere a la Universidad Cesar Vallejo coordinar de manera oportuna la extensión de los formatos para el mejor desenvolvimiento de los investigadores.

A la DRASAM, priorizar capacitaciones sobre el sistema experto a más agricultores de la región, además de extender la aplicación del sistema experto desarrollado a otros cultivos, porque se ha demostrado que mejora la consolidación de la información sobre plagas y enfermedades de cultivos de arroz en la región San Martín.

A los agricultores, seguir trabajando con el sistema experto, para ello la DRASAM tiene que generar las condiciones necesarias para su uso.

VII. REFERENCIAS

- ARCE A., Guillermo Adrián. *Teoría y Aplicación de la Informática 2 Sistemas Expertos Orientados a Usuarios*. Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", Paraguay, 2015.
- BAQUERO SANDOVAL, Julio Roldán. *Sistema para el control de plagas y enfermedades en cultivos de frutilla, utilizando dispositivos móviles para la recolección de datos, y generando un plano de control de cultivo dinámico*. Trabajo de Graduación, Quito, 2013.
- BARRANTES ANGULO, Carlos y VIGO PORTILLA, Luis Alberto. *Sistema experto para la detección y tratamiento de plagas & enfermedades en el cultivo de arroz en el valle Jequetepeque - La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2010.
- BIFANI, Paolo. Medio ambiente y desarrollo sostenible. 4.a ed. Madrid: Red Almar, 1999. 601 pp. ISBN: 8489743061
- BRAVO, José y ORTEGA, Manuel. Líneas de investigación en informática. Cuencua: Ediciones de Universidad de Catilla – La Mancha, 2000. 224 pp. ISBN: 8484270289.
- BULA, Harold [et al.]. *Sistema experto para el diagnóstico de plagas y enfermedades en los cultivos de berenjena (solanum melongena l.)*. Colombia, 2011.
- ECHEVARRÍA PINEDO, Miguel, GOMEZ RODRIGUEZ, Raiza y RODRIGUEZ CRUZ, Rolando. *Un sistema experto para la detección y control de plagas en cembrios de Tara*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2008.
- ESPECTRO patológico de las principales enfermedades del cultivo del arroz [en línea]. Universidad de Matanzas: Facultad de Agronomía. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en <http://monografias.umcc.cu/monos/2002/Barbara%20Gonzalez.pdf>
- HERNÁNDEZ L., Leonor. Predicción y optimización de emisores y consumo mediante redes neuronales en motores Diesel. España: Reverté, 2006. 297 pp. ISBN: 842914708
- MANEJO integrado en producción y sanidad de arroz [en línea]. Universidad Nacional Agraria La Molina: Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf

- MANEJO integrado en producción y sanidad de arroz [en línea]. Universidad Nacional Agraria La Molina: Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf
- PÉREZ VILLASIS, Mayra Alicia. *Desarrollo de software para el reconocimiento de texto manuscrito aplicando redes neuronales caso práctico formulario de inscripción de la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga*. Proyecto de Investigación, Latacunga, 2013.
- PÉREZ VILLASIS, Mayra Alicia. *Desarrollo de software para el reconocimiento de texto manuscrito aplicando redes neuronales caso práctico formulario de inscripción de la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga*. Proyecto de Investigación, Latacunga, 2008.
- PINO, Raul, GOMEZ, Alberto y DE ABAJO, Nicolas. *Introducción a la Inteligencia Artificial: Sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva*. España: Universidad de Ovied, 2001. 108 pp. ISBN: 8483172496
- PINO, Raul, GOMEZ, Alberto y DE ABAJO, Nicolas. *Introducción a la Inteligencia Artificial: Sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva*. España: Universidad de Ovied, 2001. 108 pp. ISBN: 8483172496
- MANUAL de papa para La Araucanía: Manejo de cultivo, enfermedades y almacenaje [en línea]. Temuco: INIA, 2009. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36493.pdf>
- PRINCIPALES enfermedades que afectan al cultivo de papa [en línea]. Ministerio de Agricultura Chile: Instituto de investigaciones agropecuarias. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36506.pdf>
- REDES neuronales [en línea]. Bogotá: Web de la Universidad Nacional de Colombia. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en <http://disi.unal.edu.co/~lctorress/RedNeu/LiRna008.pdf>
- SISTEMAS expertos [en línea]. Valencia: Web de la Universidad de Valencia. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. Disponible en <https://www.uv.es/~scliment/investigacion/1999/sistemasexpertos.PDF>

SUQUILANDA V., Manuel B. *Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz*.
Organización Mundial de la Salud, Ecuador, 2003.

Dirección Regional de Agricultura de San Martín.	Nivel de uso de la tecnologías de información	Cuestionario	Guía y encuesta	Agricultores Especialistas de la cadena agroproductiva del arroz (DRASAM)
	Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz	Cuestionario	Guía y encuesta	Agricultores Especialistas de la cadena agroproductiva del arroz (DRASAM)

Instrumentos

GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

La presente guía tiene por finalidad recopilar información sobre las plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el distrito de Cacatachi, provincia y región de San Martín para el presente año 2017, la información será consultada a las diferentes organizaciones de gobierno y asociación de productores. La información recopilada será de carácter académico.

Documento	Descripción	Organización / Área	Frecuencia de consulta (Días)	Formato del Documento

Cacatachi, Octubre 2017

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS AGRICULTORES DEL CULTIVO DE ARROZ DE CACATACHI

La presente encuesta tiene por finalidad determinar el nivel de satisfacción de los agricultores del cultivo de arroz con respecto a la información que se brinda con respecto a las plagas y enfermedades del cultivo de arroz en el distrito de Cacatachi.

Cada enunciado posee un conjunto de 5 respuestas, de las cuales debe elegir sólo una, marcando con una **X** dentro del recuadro, de acuerdo a la siguiente escala:

ESCALA	DESCRIPCIÓN
1	Muy mala
2	Mala
3	Regular
4	Buena
5	Excelente

INDICADOR	ENUNCIADO	ESCALA				
		1	2	3	4	5
Nivel de satisfacción sobre información de plagas	La información que obtiene sobre las plagas que afectan el cultivo de arroz es:					
	La información sobre las causas naturales del brote de plagas en el arroz es:					
	La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las plagas del cultivo de arroz es:					
Nivel de satisfacción sobre información de enfermedades	La información que obtiene sobre las enfermedades que afectan el cultivo de arroz es:					
	La información sobre las causas naturales del brote de enfermedades en el arroz es:					
	La información sobre la cantidad de hectáreas afectadas de las enfermedades del cultivo de arroz es:					
Nivel de uso de la tecnologías de información	¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de plagas del cultivo de arroz?					
	¿Cómo calificaría el nivel de uso de herramientas tecnológicas en los procesos de detección de enfermedades del cultivo de arroz?					
	¿Cómo considera que se aplican herramientas tecnológicas en todo el proceso de asistencia técnica en la producción del cultivo de arroz?					
Nivel de consolidación de la información sobre el cultivo de arroz	¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de plagas del cultivo de arroz?					
	¿Cómo calificaría el nivel de consolidación de la información de enfermedades del cultivo de arroz?					
	La información consolidada sobre plagas y enfermedades que le permite tomar decisiones estratégicas es:					

Gracias por la información proporcionada, el consolidado será de uso exclusivamente académico.

Validación de los instrumentos



INFORME DE JUICIO DE EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: GARCIA ESTRELLA CRISTIAN WERNER
 Institución donde labora: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Cargo que desempeña: DOCENTE
 Instrumento Motivo de Evaluación: ANALISIS DOCUMENTAL
 Autor del instrumento: GEORGE ARNOLD RIOS ARCHENTI

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

		MUY DEFICIENTE (1)	DEFICIENTE (2)	ACEPTABLE (3)	BUENA (4)	EXCELENTE (5)
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permitirán recoger la información objetiva sobre la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz" en todas sus dimensiones e indicadores en sus aspectos conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico tecnológico y legal inherente a la "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz", de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento expresan suficiencia en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se obtendrá, mediante los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan y se relacionan con los indicadores de cada dimensión de la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa y nombre del instrumento.					X
SUB TOTAL						8 40
TOTAL						48

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

EL INSTRUMENTO SE ENCUENTRA LISTO PARA SU APLICACION

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4,8

Lugar y fecha: CACATACHI, 29/09/2017

FIRMA DEL EXPERTO

DNI: 42561521

CIP: 126730

INFORME DE JUICIO DE EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: GARCIA ESTRELLA CRISTIAN WERNER
 Institución donde labora: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Cargo que desempeña: DOCENTE
 Instrumento Motivo de Evaluación: ENCUESTA
 Autor del instrumento: GEORGE ARNOLD RIOS ARCHENTI

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES					
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permitirán recoger la información objetiva sobre la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz" en todas sus dimensiones e indicadores en sus aspectos conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico tecnológico y legal inherente a la "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz", de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento expresan suficiencia en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se obtendrá, mediante los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan y se relacionan con los indicadores de cada dimensión de la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa y nombre del instrumento.					X
SUB TOTAL					4	45
TOTAL		49				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

LA ENCUESTA MUESTRA COHERENCIA, Y ESTA COMPLETA Y LISTA PARA SER APLICADA, ADEMÁS ESTA FACIL DE ENTENDER.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4,9

Lugar y fecha: CACATACHI, 29/09/2017



FIRMA DEL EXPERTO

DNI: 42561521
CIP: 126730

INFORME DE JUICIO DE EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: PINCHU FLORES GARNICA
 Institución donde labora: BS SYSTEM PERU
 Cargo que desempeña: JEFE DE OPERACIONES
 Instrumento Motivo de Evaluación: ANALISIS DOCUMENTAL
 Autor del instrumento: GEORGE ARNOLD MOS ARCHANTI

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

		MUY DEFICIENTE (1)	DEFICIENTE (2)	ACEPTABLE (3)	BUENA (4)	EXCELENTE (5)
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permitirán recoger la información objetiva sobre la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz" en todas sus dimensiones e indicadores en sus aspectos conceptuales y operacionales.			X		
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico tecnológico y legal inherente a la "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".			X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz", de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento expresan suficiencia en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se obtendrá, mediante los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.			X		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan y se relacionan con los indicadores de cada dimensión de la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa y nombre del instrumento.				X	
SUB TOTAL				9	16	15
TOTAL				40		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

INSTRUMENTO EN CONDICIONES DE SER APLICADO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4

Lugar y fecha: CACATACHI, 29 SETIEMBRE 2017


FIRMA DEL EXPERTO

DNI: 40696330

CIP 89250

INFORME DE JUICIO DE EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: PINCHU FLORES GABRIEL
 Institución donde labora: BS SYSTEM PERU
 Cargo que desempeña: JEFE DE OPERACIONES
 Instrumento Motivo de Evaluación: ENCUESTA
 Autor del instrumento: GEORGE ARNOLD MOS MACHANTI

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

		MUY DEFICIENTE (1)	DEFICIENTE (2)	ACEPTABLE (3)	BUENA (4)	EXCELENTE (5)
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permitirán recoger la información objetiva sobre la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz" en todas sus dimensiones e indicadores en sus aspectos conceptuales y operacionales.			X		
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico tecnológico y legal inherente a la "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz", de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento expresan suficiencia en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.			X		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se obtendrá, mediante los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan y se relacionan con los indicadores de cada dimensión de la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa y nombre del instrumento.			X		
SUB TOTAL				9	8	25
TOTAL				42		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ENCUESTA ENTENDIBLE y APLICABLE.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.2.

Lugar y fecha: COCATACHI, 29 SEPTIEMBRE 2017

FIRMA DEL EXPERTO

DNI: 40696330

CIT 89250



INFORME DE JUICIO DE EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: Alfonso Zavaleta Luis Alfonso
 Institución donde labora: MINAM, Programa Nacional de Conservación de Bosques
 Cargo que desempeña: Especialista Agroforestal
 Instrumento Motivo de Evaluación: Análisis Documental
 Autor del instrumento: George Arnold Rios Arceñi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

		MUY DEFICIENTE (1)	DEFICIENTE (2)	ACEPTABLE (3)	BUENA (4)	EXCELENTE (5)
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permitirán recoger la información objetiva sobre la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz" en todas sus dimensiones e indicadores en sus aspectos conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico tecnológico y legal inherente a la "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".			X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz", de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento expresan suficiencia en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se obtendrá, mediante los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.			X		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan y se relacionan con los indicadores de cada dimensión de la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa y nombre del instrumento.				X	
SUB TOTAL				6	20	15
TOTAL				41		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Se concluye que el formato de análisis documental tiene significancia con los parámetros establecidos.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.1

Lugar y fecha: Cacatochi, 29 Setiembre 2017



 FIRMA DEL EXPERTO
 DNI: 43215198
 CIP: 061153

INFORME DE JUICIO DE EXPERTO SOBRE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: Alfonso Zavaleta Luis Alfonso
 Institución donde labora: MINAM-Programa Nacional de Conservación de Bosques
 Cargo que desempeña: Especialista Agroforestal
 Instrumento Motivo de Evaluación: Encuesta
 Autor del instrumento: George Arnold Ocas Archenti

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.			X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permitirán recoger la información objetiva sobre la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz" en todas sus dimensiones e indicadores en sus aspectos conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico tecnológico y legal inherente a la "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz", de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento expresan suficiencia en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.			X		
CONSISTENCIA	La información que se obtendrá, mediante los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan y se relacionan con los indicadores de cada dimensión de la variable "Detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz".			X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa y nombre del instrumento.				X	
SUB TOTAL				9	16	15
TOTAL				40		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El presente instrumento se ajusta a la realidad y la idiosincrasia del agricultor (Terminología y precisión)

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4

Lugar y fecha: Cacaolachi, 29 Septiembre 2017


 FIRMA DEL EXPERTO
 DNI: 43215198
 CIP: 061153

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo **GEORGE ARNOLD RIOS ARCHENTI** identificado con DNI N° **70925493**, egresado de la Escuela Profesional de **INGENIERIA DE SISTEMAS** de la Universidad César Vallejo, autorizo (**X**), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA LA DETECCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE ARROZ EN LA DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA SAN MARTÍN, 2016**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: **70925493**

FECHA: 20 de agosto de 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, **LUIS GIBSON CALLACNÁ PONCE**, docente de la Facultad DE **INGENIERÍA** y Escuela Profesional de **INGENIERÍA DE SISTEMAS** de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA LA DETECCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE ARROZ EN LA DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA SAN MARTÍN, 2016", del estudiante **GEORGE ARNOLD RIOS ARCHENTI** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **18%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 20 de agosto de 2018



Firma

MG. LUIS GIBSON CALLACNÁ PONCE
DNI: 32873048

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Rios Archenfi, George Arnold** cuyo título es: "**Implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la dirección regional de agricultura San Martín, 2016**".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15, QUINCE.

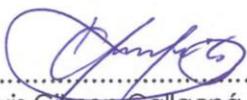
Tarapoto, **13 de diciembre** del **2017**



.....
Mg. Walter Saucedo Vega
PRESIDENTE



.....
Ing. Dick Díaz Delgado
SECRETARIO



.....
Mg. Luis Gibson Callacná Ponce
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“Implementación de un sistema experto para la detección de plagas y enfermedades del cultivo de arroz en la Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:

George Arnold, Rios Archenti

ASESOR:

Mg. Luis Gibson, Callácna Ponce

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Servicios de Tecnologías de Información

TARAPOTO – PERÚ

2017

