

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



**SISTEMA EXPERTO PARA LA SISTEMATIZACIÓN DEL
PROCESO DE FERTILIZACIÓN DEL SEMBRÍO DEL BANANO
ECOLÓGICO EN EL FUNDO SAN GREGORIO- OLMOS**

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

AUTOR

PILAR DIANA BALLENA BANCES

ASESOR

MARLON EUGENIO VÍLCHEZ RIVAS

<https://orcid.org/0000-0003-2979-0731>

Chiclayo, 2021

**SISTEMA EXPERTO PARA LA SISTEMATIZACIÓN DEL
PROCESO DE FERTILIZACIÓN DEL SEMBRÍO DEL
BANANO ECOLÓGICO EN EL FUNDO SAN GREGORIO-
OLMOS**

PRESENTADA POR:

PILAR DIANA BALLENA BANCES

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

INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

APROBADA POR:

Ernesto Ludwin Nicho Córdova
PRESIDENTE

Huilder Juanito Mera Montenegro
SECRETARIO

Marlon Eugenio Vélchez Rivas
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios Padre Creador por haberme dado sabiduría e inteligencia para culminar la tesis.
Al gran apoyo de mis padres Vitaliano y Rosa, sin ellos no hubiera podido terminar la carrera profesional y obtener como fruto final esta tesis. A mis seres queridos en especial a mi esposo y a mi hijo Sebastian quienes fueron mi motor y motivo y también al esfuerzo y dedicación que he puesto para culminar esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia en especial a mis padres por brindarme su apoyo incondicional; a todas aquellas personas quienes han colaborado ya sea directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis en especial al Mgtr. Marlon Vílchez Rivas por la entrega de su valioso tiempo, su orientación, paciencia y excelentes consejos que me permitieron alcanzar los objetivos de esta tesis y a la familia Morales especialmente a la Lic. María Edith por su conocimiento y saber que me permitieron conocer muchas cosas nuevas relacionadas con el tema de investigación.

RESUMEN

La presente tesis titulada “Sistema Experto para la sistematización del proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos” se realizó con la finalidad de brindar apoyo al proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico. Uno de los problemas que enfrenta el fundo es que al momento de realizar la fertilización se realiza según la percepción de los asesores técnicos o de la persona capacitada; otro de los problemas es que no cuenta con un programa de fertilización que indique cuando se realizará la fertilización y que cantidades de nutrientes son las indicadas al momento de fertilizar.

Es por ello que el objetivo principal es desarrollar un Sistema Experto para la sistematización de la fertilización del sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos, el cual apoyará en el proceso de fertilización; para ello se establecerán cuáles son los atributos específicos que debe poseer el terreno en el cultivo del banano ecológico, se determinarán cuáles son los algoritmos específicos que ayuden a determinar la sistematización de la fertilización del Banano Ecológico, se creará un modelo de sistematización utilizando los Algoritmos Basado en Reglas para la aplicación de la fertilización del Banano y se evaluará la precisión del modelo de fertilización del Banano Ecológico. Se utilizará la Metodología Buchanan para el desarrollo del sistema experto, se usó el lenguaje SWI-Prolog, el cual nos permitió la interconexión tanto con el lenguaje PHP y el gestor de base de datos MySQL.

PALABRAS CLAVE: Banano Ecológico, Sistema Experto, Fertilización, Metodología Buchanan, Algoritmos.

ABSTRACT

This thesis entitled "Expert System for the Systematization of the Process of Fertilization of the Sembrío of Organic Bananas in the Fundo San Gregorio-Olmos" was carried out in order to support the process of fertilization of the organic banana sembrío. One of the problems facing the fundo is that at the time of fertilization it is done according to the perception of technical advisors or the trained person; another problem is that it does not have a fertilization program that indicates when fertilization will be performed and that amounts of nutrients are indicated when fertilizing.

That is why the main objective is to develop an Expert System for the systematization of the fertilization of organic banana sembrío in the Fundo San Gregorio-Olmos, which will support the fertilization process; this will establish the specific attributes that the land should possess in the cultivation of organic bananas, determine the specific algorithms that help determine the systematization of the fertilization of Organic Bananas, create a systematization model using the Rules-Based Algorithms for the application of banana fertilization and assess the accuracy of the organic banana fertilization model. The Buchanan Methodology will be used for the development of the expert system, the SWI-Prolog language was used, which allowed us to interconnect with both the PHP language and the MySQL database manager.

KEYWORDS: Organic Banana, Expert System, Fertilization, Buchanan Methodology, Algorithms.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	12
II.	MARCO TEÓRICO	15
2.1.	ANTECEDENTES	15
2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	15
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES	16
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES	18
2.2.	BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	20
2.2.1.	BANANO ORGÁNICO	20
2.2.1.1.	DEFINICIÓN.....	20
2.2.1.2.	CLIMA Y SUELO.....	20
2.2.1.3.	SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO	20
2.2.1.4.	LA SEMILLA	21
2.2.1.5.	SISTEMA DE SIEMBRA	21
2.2.1.6.	SIEMBRA DE LA SEMILLA	21
2.2.1.7.	MANEJO DE PLANTACIONES	21
2.2.1.8.	FERTILIZACIÓN.....	22
2.2.1.9.	IMPORTANCIA	24
2.2.2.	SISTEMA EXPERTO	24
2.2.2.1.	DEFINICIÓN.....	24
2.2.2.2.	CARACTERÍSTICAS	25
2.2.2.3.	ARQUITECTURA	26
2.2.2.4.	MÓDULOS DE INTERFACE	26
2.2.2.5.	TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS.....	27
2.2.3.	METODOLOGÍA BUCHANAN	29
2.2.4.	MYSQL	30
2.2.4.1.	DEFINICIÓN	30
2.2.4.2.	VENTAJAS.....	31
2.2.5.	PHP	31
2.2.5.1.	DEFINICIÓN	31
2.2.5.2.	VENTAJAS.....	31
2.2.6.	APACHE	32

2.2.6.1. DEFINICIÓN	32
2.2.6.2. VENTAJAS.....	32
2.2.7. JAVASCRIPT	32
2.2.7.1. DEFINICIÓN	32
2.2.7.2. VENTAJAS.....	32
2.2.8. PROLOG	33
2.2.8.1. DEFINICIÓN	33
2.2.8.2. VENTAJAS.....	33
III. METODOLOGÍA	34
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	34
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	34
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	34
3.3.1. POBLACIÓN	34
3.3.2. MUESTRA	34
3.3.3. MUESTREO	34
3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN	35
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
3.5.1. VARIABLES.....	35
3.5.1.1. Variable independiente	35
3.5.1.2. Variable dependiente	35
3.5.2. INDICADORES (OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES).....	36
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
3.7. PROCEDIMIENTOS.....	37
3.7.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO	37
3.7.2. ANÁLISIS DE RIESGOS	39
3.7.3. PRODUCTO ACREDITABLE	39
3.7.4. MANUAL DE USUARIO.....	40
3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	40
3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA	41
3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	42
IV. RESULTADOS	43
4.1. EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....	43

4.1.1. IDENTIFICACIÓN:	43
4.1.2. CONCEPTUALIZACIÓN	44
4.1.3. FORMALIZACIÓN	47
4.1.4. IMPLEMENTACIÓN	49
4.1.5. TESTEO	55
4.1.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO	57
4.2. EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.2.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS ATRIBUTOS ESPECÍFICOS QUE DEBE POSEER EL TERRENO EN EL CULTIVO DEL BANANO ECOLÓGICO	58
4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS ALGORITMOS ESPECÍFICOS QUE AYUDEN A DISEÑAR EL SISTEMA EXPERTO PARA LA FERTILIZACIÓN DEL BANANO ECOLÓGICO.	60
4.2.3. CREACIÓN DEL MODELO DE SISTEMATIZACIÓN UTILIZANDO LOS ALGORITMOS BASADOS EN REGLAS PARA LA APLICACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DEL BANANO.	61
4.2.4. EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DEL SISTEMA EXPERTO DESARROLLADO PARA LA FERTILIZACIÓN DEL BANANO ECOLÓGICO.	65
V. DISCUSIÓN	66
VI. CONCLUSIONES	68
VII. RECOMENDACIONES	70
VIII. LISTA DE REFERENCIAS	71
IX. ANEXOS	73
ANEXO N° 01	73
ANEXO N° 02	75
ANEXO N° 03	83
ANEXO N° 04	94
ANEXO N° 05	95
ANEXO N° 06	97
ANEXO N° 07	98

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. INDICADORES	36
TABLA II. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	37
TABLA III. MATRIZ DE CONSISTENCIA	41
TABLA IV. INTERESADOS INTERNOS	75
TABLA V. INTERESADOS EXTERNOS.....	75
TABLA VI. RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 1.....	77
TABLA VII. RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 2	78
TABLA VIII. RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 3.....	79
TABLA IX. RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 4.....	80
TABLA X. RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 5	81
TABLA XI. RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 6.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1. ARQUITECTURA BÁSICA DE UN SISTEMA EXPERTO	26
FIG. 2. COMPARACIÓN ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN PROGRAMA TRADICIONAL	27
FIG. 3. FASES DE LA METODOLOGÍA BUCHANAN	30
FIG. 4. BASE DE DATOS DEL SISTEMA	53
FIG. 5. ARQUITECTURA LÓGICA DEL SISTEMA EXPERTO	54
FIG. 6. ACCESO AL SISTEMA	55
FIG. 7. INTERFAZ INICIO O PRINCIPAL DEL SISTEMA	56
FIG. 8. INTERFAZ DE ESTUDIO DE SUELO	57
FIG. 9. INTERFAZ PLAN DE FERTILIZACIÓN	58
FIG. 10. INTERFAZ LISTADO DE TERRENO	58

I. INTRODUCCIÓN

Según los datos extraídos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [1], expone que el Perú exporta gran cantidad de banano y la gran mayoría son orgánicos, representando el 3% de la producción mundial de banano orgánico. En el 2014 la producción ocupó alrededor de 5500 ha, casi el 4 % de la superficie total de producción de banano. La mayoría de esta producción se concentran en las regiones de Piura (4,500 has.), seguido en menor escala por Tumbes, Lambayeque y La Libertad.

En la Región Lambayeque, en la ciudad de Olmos se llevó a cabo un proyecto de sembrío de Banano Ecológico ejecutado hace 2 años, con el apoyo del Gobierno Regional mediante un préstamo a los agricultores; se realizó la siembra de Banano en varios lugares de la zona del Distrito de Olmos. Uno de estos lugares fue el Fundo San Gregorio, el cual tiene la característica de tener tierras que nunca han sido utilizadas para el sembrío, lo que ha sido una ventaja para el propietario. Pero una de sus desventajas y en la gran mayoría de los agricultores de esa zona y en todo el país es que no cuentan con un plan de fertilización.

Debemos tener en cuenta que la nutrición es uno de los factores más importantes para obtener buenos rendimientos y fruta aceptada para los mercados internacionales, que son cada vez más lejanos y sus estándares cada vez más altos. Sobre todo, en el cultivo de banano orgánico, el cual se maneja de manera distinta por las fuentes para la fertilización, y dado el costo de ellas deben ser monitoreadas al detalle para lograr la mayor eficiencia y la mejor calidad y rendimiento en fruta.

El propietario del fundo nos expresó los siguientes problemas que afronta en el proceso de fertilización al realiza su siembra de banano ecológico y estas se detallan a continuación:

- No se tiene un programa de fertilización debido a que no está establecido un patrón de fechas a seguir para la fertilización, los asesores técnicos simplemente sugieren el momento de fertilización según su percepción.

- No se sabe las cantidades precisas de abono para la fertilización.
- No se saben las fechas que se va a abonar, ya que está supeditado a la experiencia de la responsable y al punto de vista del técnico especialista.
- No existe programación alguna para la fertilización, no llevan un control.
- No hay un diagrama o esquema que indique donde se quedó la fertilización, esto se debe a que el responsable del predio conoce el campo, sin embargo ante su ausencia la persona que viene a realizar el trabajo de abono puede olvidarse las indicaciones que se le dan o simplemente realiza la fertilización de acuerdo a su criterio.

Según el Diario Gestión [2] indica que en el último Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), de los más de 2 millones de productores que hay en el país, el 56% no aplica ningún fertilizante, el 32.7% usa fertilizantes minerales en poca cantidad y poco más del 11% lo usa de forma suficiente; es por ello que es tema de investigación resolver esta problemática.

La presente tesis denominada Sistema Experto para la sistematización del proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico en el fundo San Gregorio- Olmos, se inicia con el propósito de desarrollar un sistema experto que apoye al proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico, con la finalidad de que el sistema determine qué cantidad de nutrientes le falta a la planta y mediante el cálculo indique que proporción utilizará el encargado para la fertilización. Ante esta realidad, es importante formular la siguiente pregunta ¿De qué manera se apoyará al proceso de fertilización del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos? Frente a esta pregunta y la necesidad de profundizar el problema, se realizó la investigación de tipo Tecnológica-Aplicada cuya población fue constituida por la plantación del Campo de cultivo, la administradora del campo de cultivo y la guía de cosecha.

Para ello, se determinó que el Objetivo General de la investigación fuese desarrollar un Sistema Experto para la sistematización de la fertilización del

sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos; para ello se tuvo que considerar también objetivos específicos los cuales se detallan a continuación: se establecerán cuáles son los atributos específicos que debe poseer el terreno en el cultivo del banano ecológico, se determinarán cuáles son los algoritmos específicos que ayuden a determinar la sistematización de la fertilización del Banano Ecológico, se creará un modelo de sistematización utilizando los Algoritmos Basado en Reglas para la aplicación de la fertilización del Banano y se evaluará la precisión del modelo de fertilización del Banano Ecológico.

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

En el Capítulo I se redacta la Introducción en la cual se describe el tema de investigación, la problemática, justificación y objetivos generales y específicos de la investigación; en el Capítulo II se presenta el Marco Teórico se detallan los antecedentes encontrados y bases teóricas científicas las cuales dan sustento la investigación, en el Capítulo III se detalla la Metodología se puntualiza el tipo, nivel y diseño de la investigación; población, muestra y muestreo; variables, indicadores, técnicas e instrumentos de recolección de datos y se indica la metodología elegida para desarrollar el software. En el Capítulo IV se da a conocer los Resultados que se obtuvieron del desarrollo de la metodología y de los objetivos específicos de la tesis. En el Capítulo V se presenta la Discusión en donde se analiza y explica los propios hallazgos y se comparan con los hallazgos de otros autores que son los antecedentes del problema, en el Capítulo VI se dan a conocer las Conclusiones las cuales concretan la respuestas de las preguntas de la investigación planteada, en el Capítulo VII se presentan las Recomendaciones se proponen o sugiere al investigador que realiza un estudio a futuro algunas pautas, consejos o sugerencias sobre el tema de investigación, en el Capítulo VIII se presenta las Referencias Bibliográficas investigadas durante el estudio de la tesis y en el Capítulo IX se presentan los anexos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se han considerado para esta investigación los siguientes antecedentes:

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Sarmiento [3] dice que dada la necesidad mundial de mejorar la productividad de los cultivos, disminuir los costos de producción y reducir el impacto ambiental sobre el medio ambiente por el uso indiscriminado e irracional de agroquímicos, es importante disponer de sistemas inteligentes que permitan mejorar estos aspectos. Ante estos aspectos problemáticos los autores desarrollaron un sistema experto, el cual actuaría como un asistente para los agro-técnicos a la hora de realizar un programa de fertilización. El sistema se desarrolló con el propósito de estimar las necesidades de fertilizantes existentes en el suelo y las que les faltarían a la planta con la finalidad de optimizar el uso de fertilizantes y mejorar los rendimientos.

Este artículo es importante porque nos permitió conocer como un sistema experto es capaz de realizar un cálculo de los nutrientes existentes en el suelo y poder estimar las necesidades de fertilizante que necesita el cultivo para obtener una buena producción.

Sotomayor [4] describe que el problema de esta investigación surge dentro del Instituto de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, que desea almacenar la experiencia y/o conocimiento adquirido a través de su mismo grupo de personas en el Área de la Fruticultura. Es por eso que desarrollaron un Shell o ambiente que permitió a los usuarios resolver problemas sobre la cosecha de los frutales, esto gracias a la aplicación de los sistemas expertos, dicho desarrollo nació con la idea de simular el comportamiento de un experto humano con respecto a un área específica de la agricultura, almacenando conocimiento que posee el experto, colocándolo en un modelo computacional para optimizar el razonamiento humano.

Este artículo nos resalta la gran importancia que tienen los sistemas expertos al ser utilizados en cualquier área específica, ya sea la industria, mecánica, agricultura, etc.; con la ayuda de un Shell podemos facilitar el

desarrollo de un sistema experto, ya que solo debemos de entregarle información (conocimiento) que requiere conocer y este razona sin importar el manejo interno del mismo.

Abad [5] expone que en el área de atención especializada o técnica de la empresa comercial Ecuaquímica cuenta con algunos problemas en el manejo Agro Técnico del cultivo de maíz híbrido como son: cantidad de semilla a sembrar, monitoreo de plagas y enfermedades, fertilización, productos que detengan las plagas y enfermedades identificadas en el cultivo, entre otras. Debido a estos problemas ha ocasionado bajos rendimientos en la producción del mismo y por ende afecta en la economía de los productores; es por ello que desarrollaron un software para la empresa, el cual fue un sistema experto para el control y seguimiento del manejo Agro Técnico de maíz híbrido en la zona maicera de la provincia de Loja, con la finalidad de que las actividades que realizará el agro técnico se cumplieran de manera más rápida, efectiva y confiable. Utilizaron la metodología ICONIX, la cual permitió obtener un conocimiento global del proceso.

Esta tesis es relevante porque nos indica que para realizar un sistema experto debemos de elegir una metodología correcta la cual se adecue a nuestros requerimientos y de acuerdo al desarrollo nuestro sistema será eficiente y eficaz.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Urteaga-Montoya [6] da a conocer que las hectáreas agrícolas en la ciudad de Cajamarca, en su mayoría, son utilizadas para la siembra y no cuentan con medidas de prevención al surgir alguna plaga o enfermedad del cultivo a la hora de su aparición. El agricultor moderno a menudo confía en especialistas agrícolas y consejeros que les proporcionan información para la toma de decisiones en sus cosechas. Pero lamentablemente, la ayuda del especialista agrícola no está siempre disponible cuando el agricultor la necesita. Es por ello que se desarrolló un sistema inteligente orientado a la prevención de las enfermedades y plagas que atacan a las plantas, este sistema permitió realizar consultas acerca de las distintas plagas que puede

azotar los cultivos, de manera que se pueda hacer frente a éstas, y así mejorar la calidad de los sembríos en todo los procesos que estos conlleva. *Esta tesis nos permitirá saber lo importante que es desarrollar un sistema experto para la prevención de cualquier enfermedad o plaga en los cultivos, puesto que es de gran ayuda prevenir algún fenómeno que pueda causar la pérdida de la producción esperada.*

Rojas [7] expresa que la escasa creación de programas sistematizados y especializados para la enseñanza, investigación, estudio en el sector agrícola requieren urgente programas sistematizados o “software” de uso en las computadoras, ya que son imprescindibles para lograr la supervivencia y desarrollo de una empresa o unidad agrícola, que debe enfrentar condiciones de mercado cada vez más exigentes. Debido a esto, se desarrolló un software para determinar los costos de producción por hectárea de los principales cultivos transitorios de la costa central del Perú. Este software permitió determinar la densidad de plantas por hectárea, la cantidad en sacos de la fórmula NPK establecido, el costo de insumos actualizado, el costo de inversión, utilidad, análisis económicos, índice de rentabilidad, reporte final en nuevos soles o dólares, y la impresión del costo de producción obtenido para una hectárea de un cultivo transitorio de la costa central.

Esta tesis es importante porque mediante el desarrollo de un software agrario y la aplicación de sistemas expertos los involucrados tendrán una herramienta en la cual podrán ingresar datos, consultar información, obtener resultados y visualizar reportes de una hectárea de algún tipo de cultivo temporal de la costa central del Perú.

Barrantes [8] narra la problemática que sufre el Valle de Jequetepeque, ya que este valle es muy conocido por la gran cantidad y calidad de arroz que produce, esta zona actualmente representa un 60% en siembra de arroz y ocupa el primer lugar en producción; aun así está muy olvidada en cuanto a ayudas innovadoras en tecnología como metodologías y capacitación al agricultor. Debido a esto, desarrollaron un sistema experto de control, el cual permitía diagnosticar y brindar un manejo integral de plagas en el

arroz. El diagnóstico de plagas se realizó a partir de los síntomas observados. De acuerdo a cuál era el tipo de plaga se diagnosticaba un tratamiento para la planta afectada. La aplicación se desarrolló para una multiplataforma móvil; logrando así una mejor interacción con el usuario.

Esta tesis nos muestra que los sistemas expertos son utilizados para diagnosticar o controlar alguna situación dependiendo el problema de estudio, determinando el diagnóstico o tratamiento más adecuado.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Morocho [9] nos habla que en las sesiones psicológicas realizadas a los niños, algunos niños se vuelven tímidos cuando el psicólogo realiza la sesión o evaluación al ser atendidos presentando problemas de interactividad entre el niño y el psicólogo, hay una cierta incomodidad por parte de los niños hacia la persona que los está analizando, simplemente no interactúa con el psicólogo y esto se debe a diversos factores. Es por ello que se implantó un sistema interactivo, el cual permitió minimizar las deficiencias de Interactividad entre el niño tímido y el psicólogo. Se utilizó la metodología Buchanan para el desarrollo del sistema también se realizaron encuestas, test de timidez y a través de una base de reglas se logró analizar el posible diagnóstico de timidez en el niño tímido.

Esta tesis es relevante porque mediante el sistema interactivo realizado el psicólogo logrará un mejor tratamiento con el niño tímido, haciendo buen uso de la información obtenida a través de este sistema para su beneficio y que esto le permita brindar un servicio de calidad, acorde con los requerimientos respectivo.

García [10] narra que en la gerencia de desarrollo del Proyecto Especial Olmos existen problemas en los procesos de Identificación, Evaluación y Medidas de Mitigación de impactos ambientales, estos procesos son realizados manualmente y originan una situación de agotamiento y de trabajo tedioso para el encargado responsable. Otro problema que atraviesa es que no es posible disponer de información histórica en un tiempo oportuno y de manera práctica debido a la falta de sistematización de las actividades que se desarrollan durante la ejecución de un proyecto. Para

ello se implementó un Sistema Experto basado en reglas, el cual logró minimizar el tiempo empleado para la realización de los procesos y disminuyó los plazos de la realización de estudios ambientales. Se utilizó dos metodologías Grover e Ideal para el desarrollo del sistema experto.

Esta tesis es importante porque mediante la implementación de un sistema experto podemos mejorar los procesos en este caso los procesos que se presentan en la Gerencia de Desarrollo de Olmos, logrando de manera rápida y precisa la obtención de medidas de mitigación en estudios de Impacto Ambiental.

Lip [11] nos narra que la estimulación temprana de infantes entre las edades de 0-3 años no se llevan a cabo de manera correcta ya que se plantea únicamente una estimulación estándar y no personalizada para poder atender las necesidades propias de cada menor. Esta situación se da dado que solo se cuenta con una especialista, encargada de transmitir la forma correcta a los padres de cómo llevar a cabo las actividades estimulantes y además por ser la única persona capacitada en el centro para lograr determinar el avance del menor y por ser la evaluación larga y tediosa para los niños, estos son únicamente evaluados, de manera completa, dos veces al año. Es por ello, se desarrolló un sistema experto el cual contenía los factores necesarios como base de conocimiento para lograr determinar las actividades personalizadas y a la vez ir evaluándolos de manera permanente para poder detectar si el menor tuviese algún retraso según su edad cronológica y mental. Para el desarrollo del sistema experto utilizó la metodología de Jhon Durkin.

Esta tesis es relevante porque nos da a conocer cómo es que debemos de desarrollar un sistema experto según la metodología Jhon Durkin, el cual permitirá que el sistema beneficie en un futuro a aquellos que se interesen por continuar ayudando en la mejora de la estimulación temprana impartida a niños entre los 0-3 años de edad.

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1. BANANO ORGÁNICO

2.2.1.1. DEFINICIÓN

De acuerdo al Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX) [12] el banano Orgánico tiene la siguiente definición:

- Nombre comercial: Organic Banana.
- Nombre científico: *Musa acuminata* (group AAA) / *Musa paradisiaca*, *Musa cavendishii*.
- Nombre común: Organic Banana.

El banano orgánico es una fruta de origen tropical, la cual posee un color amarillo verdoso o simplemente amarillo, de forma oblonga. A diferencia de los otros bananos, estos son cultivados sin pesticidas y sin químicos; debe de ser acreditada por un Organismo autorizado. Su proceso de cultivo es el tradicional o de manera más natural. La planta en su racimo puede contener de 5 a 20 manos, cada una con 2 a 20 frutos. Dentro de sus propiedades esta fruta posee un elevado valor energético, contiene vitaminas B y C, hierro fósforo, potasio y calcio.

2.2.1.2. CLIMA Y SUELO

Vegas [13] nos indica que el banano orgánico puede cultivarse teniendo los siguientes requerimientos:

Altura: desde los 1000 hasta los 2000 metros snm.

Temperatura: entre 22°C y de 29°C

Precipitación: de 2000 mm

Acidez (PH): de 6.5 a 7.

2.2.1.3. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

Vegas [13] indica que para la selección del terreno debemos de elegir un terreno plano, fértil, suelto, rico en materia orgánica y con buen drenaje. La planta de banano requiere abundante agua, el terreno debe estar húmedo antes de la siembra, pero no llegar a la

exageración cuando realicemos el riego, no a los encharcamientos o empozamientos de agua.

2.2.1.4. LA SEMILLA

Vegas [13] manifiesta que se pueden utilizar plantas in vitro (vitroplantas), estas son traídas de laboratorios de prestigio o de lugares semilleros certificados, libres de enfermedades y plagas. Si elegimos, seleccionamos y clasificamos bien la semilla no habrá problema al realizar la siembra.

2.2.1.5. SISTEMA DE SIEMBRA

Vegas [13] expone que existen diferentes factores al llevar a cabo un sistema de siembra; si los suelos son planos o con poca pendiente, puede sembrarse en cuadrado, rectángulo o triángulo pero si los suelos poseen una pendiente pronunciada, la siembra debe realizarse bajo el sistema de curvas a nivel.

2.2.1.6. SIEMBRA DE LA SEMILLA

Vegas [13] da a conocer que la mejor forma de sembrar es colocando primero la semilla en el fondo del hoyo, colocarle materia orgánica como guano de isla o estiércol de aves o mamífero y tapanla bien sin dejar ningún espacio libre, porque si no se acumularía de agua y esto podría ocasionar que la semilla se pudra.

2.2.1.7. MANEJO DE PLANTACIONES

Vegas [13] nos plantea las siguientes formas de manejar las plantaciones:

- a) Deseje: o poda permite eliminar los hijuelos y seleccionar el hijuelo más desarrollado, para la producción de la fruta, logrando una secuencia de crecimiento “MADRE, HIJO y NIETO”, que asegure una producción permanente, productiva y de calidad. Antes de realizar esta labor se

recomienda que las herramientas que se van a utilizar (machete) estén debidamente desinfectadas.

- b) Deshoje: se eliminan las hojas no funcionales ya sean hojas dobladas, deformes, amarillas o secas. Esta labor debe realizarse en forma semanal o quincenal, se utiliza el machete y el podador cuando la planta es adulta.

2.2.1.8. FERTILIZACIÓN

Es el proceso por el cual la tierra recibe sustancias y/o nutrientes necesarios para que la planta sea completamente productiva en cantidad y en calidad, obteniendo así mayor rentabilidad de los cultivos.

La fertilización se debe realizar al inicio de la siembra y cuando la planta lo requiera; aproximadamente cinco veces en todo el ciclo del crecimiento de la planta.

Para llegar a cabo el proceso de fertilización el principal componente son los fertilizantes, los cuales son la materia natural o industrializada que contenga al menos 5% de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P, K).

Nitrógeno (N): promueve el crecimiento de la planta.

Fósforo (P): favorece la maduración de flores y frutos, además de fomentar su perfume y dulzor.

Potasio (K): responsable de la multiplicación celular y la formación de tejidos más resistentes a la sequía y las heladas.

Vegas [13] resalta que cuando se realiza una siembra se debe de realizar una buena fertilización para obtener mejores rendimientos y buena calidad en la producción. Da como ejemplo que una hectárea de banano requiere 280 Nitrógeno, 50 Fósforo y 500 Potasio (kg/ha/año) para la obtención de 70 t/ha/año de fruta, se puede utilizar el guano de isla, sulpomag o sulfato de potasio, compost, humus o bioles. Se recomienda que a la hora de aplicar los fertilizantes se realice en forma fraccionada (tres veces al año)

la primera un mes después de establecer la plantación, la segunda a los 5 meses y la última antes de la floración.

Para planificar la fertilización de un cultivo determinado hay que tener en cuenta tanto el estado de fertilidad del suelo como las extracciones de nutrientes del mismo, que varían según la especie y cuantía de la producción.

La gran mayoría de agricultores realizan la siembra y fertilización de forma tradicional; ya que carecen de tecnificación y tecnología; de manera que su producción es escasa y es utilizada para el consumo propio del agricultor.

Debemos de tener en cuenta que antes de sembrar, se debe realizar un análisis de suelo, cuyo análisis mostrará las cantidades de nutrientes que posee la tierra e indicará que cantidades de nutrientes le falta; sino se realiza este análisis podemos correr el riesgo de que estemos fertilizando de manera inadecuada, ya sea aplicando nutrientes que no necesite el suelo, que los nutrientes que realmente necesite no se estén aplicando o que también las cantidades utilizadas sean excesivas o por el contrario insuficientes.

Al realizar un plan de fertilización es recomendable realizar lo siguiente:

1. Evaluar el terreno donde se va a sembrar.
2. Realizar un análisis de suelo.
3. Seleccionar los fertilizantes que necesita el suelo.
4. Preparar el terreno para ser fertilizado de manera adecuada y utilizar las cantidades apropiadas para el buen crecimiento de la planta.

2.2.1.9. IMPORTANCIA

SIICEX [12] informa que el banano es uno de los cultivos más importante del mundo, ocupando el cuarto lugar después del arroz, trigo y maíz. Es constituido parte esencial en la dieta diaria de los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales.

El banano maduro es fácil de digerir, pues favorece la secreción de jugos gástricos, ya que es empleado en las dietas de personas que sufren enfermedades intestinales. Tiene un elevado valor energético (1.1-2.7 kcal/100 g), contiene vitaminas B y C, hierro, fósforo, potasio y calcio.

2.2.2. SISTEMA EXPERTO

Los sistemas expertos forman parte de la Ciencia de Computación y están dentro de la rama de la Inteligencia Artificial, la cual se encarga del estudio de sistemas inteligentes mediante la experimentación con máquinas artificiales. Estas máquinas imitan las funciones cognitivas que los humanos relacionan con otras mentes humanas, como por ejemplo: percibir, razonar, aprender y resolver problemas.

Según Andreas Kaplan y Michael Haenlein (2008) definen la inteligencia artificial como "la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, para aprender de dichos datos y emplear esos conocimientos para lograr tareas y metas concretas a través de la adaptación flexible"

2.2.2.1. DEFINICIÓN

Badaró [14] da a conocer que un sistema experto es un sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos humanos. Los sistemas bien diseñados imitan el proceso de razonamiento que los expertos utilizan para resolver problemas

específicos. Dichos sistemas pueden ser utilizados por no-expertos para mejorar sus habilidades en la resolución de problemas.

Carlos [15] manifestó que los Sistemas Expertos son programas que aplican los conceptos de la inteligencia. El objetivo principal de estos programas es capturar en un ordenador la experiencia de una persona experta en un área determinada del conocimiento, de tal modo que una persona no experta pueda aprovechar esta información.

2.2.2.2. CARACTERÍSTICAS

Los sistemas expertos presentan las siguientes características:

- El sistema debe de tener un alto desempeño, teniendo la capacidad de responder al nivel de competencia de igual o superior a un especialista en el campo.
- El sistema debe de tener un tiempo de respuesta adecuado, debe de actuar en tiempo razonable, comparable o mejor al tiempo requerido por el especialista.
- El sistema debe ser confiable y no propenso a caídas.
- El sistema debe ser fiable, para poder confiar en sus resultados o apreciaciones.
- El sistema debe ser comprensible, debe de ser capaz de explicar los pasos de su razonamiento mientras se ejecutan.
- El sistema debe tener solidez en el dominio de su conocimiento.
- El sistema debe de tener la habilidad para adquirir conocimiento y la capacidad para resolver problemas.
- El sistema debe ser flexible, debido a la cantidad de conocimiento que puede tener, es importante contar con un mecanismo eficiente para añadir, modificar y eliminar conocimiento.

2.2.2.3. ARQUITECTURA

Carlos [15] da a conocer que un sistema experto está conformado por tres elementos principales y son:

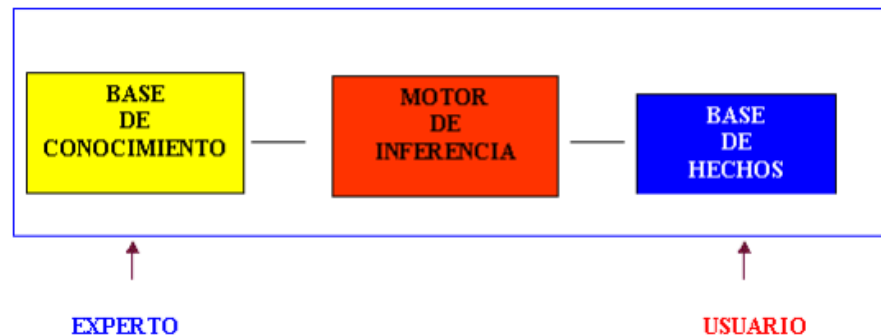


Fig. 1 Arquitectura Básica de un Sistema Experto [15]

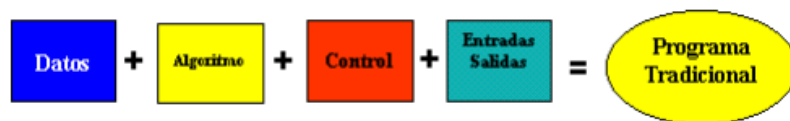
- **Base de Conocimientos:** es una estructura de datos que **contiene** todo el conocimiento e información modelada de un tema específico extraído del diálogo con el experto para comprender, formular y resolver problemas.
- **Base de Hechos:** es una memoria auxiliar o de trabajo que contiene los datos o hechos iniciales que describen la situación del problema a resolver.
- **Motor de Inferencia:** Es el núcleo del sistema experto, ya que tiene como objetivo resolver el problema con ayuda de los hechos adquiridos, usando la base del conocimiento y algún mecanismo de inferencia, obteniendo la solución al problema.

2.2.2.4. MÓDULOS DE INTERFACE

Los sistemas expertos tienen módulos de interface, los cuales permiten asegurar el diálogo entre el hombre y la máquina y son:

- **Interface de Usuario:** este módulo permite que el usuario interactúa con el sistema.
- **Módulo de Explicaciones:** este módulo tiene como finalidad explicar el raciocinio del sistema en la obtención de la solución del problema.
- **Módulo de Adquisición del Conocimiento:** en este módulo el responsable del conocimiento actualiza el conocimiento de la Base del Conocimiento.

En la siguiente figura se puede mostrar la comparación de un programa tradicional con la de un sistema experto:



Mientras que un **sistema experto** estaría definido de la siguiente forma:



Fig. 2 Comparación entre un sistema experto y un programa tradicional [15]

2.2.2.5. TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS

Badaró [14] describe los siguientes tipos de sistemas expertos:

- **Basados en reglas previamente establecidas:** trabajan mediante la aplicación de reglas, comparación de resultados y aplicación de las nuevas reglas basadas en situación modificada. El motor de inferencia opera mediante encadenamiento de reglas hacia atrás y hacia delante.
- **Basados en casos:** es el proceso de solucionar nuevos problemas basándose en las soluciones de problemas anteriores o casos y experiencias pasadas que uno recuerde y que han sido solucionadas por la experiencia vivida. Se puede decir que todo razonamiento es basado en casos porque está basado en la experiencia previa.
- **Basados en redes:** es un modelo gráfico probabilístico (un tipo de modelo estático) que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un gráfico dirigido que no tiene ciclos.

TIPOS DE ALGORITMOS EN SISTEMAS EXPERTOS		
BASADOS EN REGLAS	BASADOS EN CASOS	BASADOS EN REDES BAYESIANAS
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajan mediante la aplicación de reglas. • Solucionan problemas basándose en una evidencia inicial hacia la obtención de una solución. • Se basa en emplear reglas para modificar y así poder ampliar todo el campo de conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajan haciendo analogías. • Solucionan problemas basándose en soluciones anteriores de problemas. • Se basa en analogías de problemas que se plantearon en un pasado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajan con modelo gráfico probabilístico. • Solucionan problemas basándose en estadística y en el teorema de Bayes. • Se basa en la información de datos con probabilidades.

Los sistemas expertos también se clasifican de acuerdo a la función que realizan, estos pueden ser:

- **Interpretación:** deducen la situación por medio de sensores de datos. Usan datos existentes, con errores, con ruidos incompletos, etc. Ejemplos: medición de temperatura, reconocimiento de voz, análisis de señales etc.
- **Predicción:** deducen probables consecuencias de situaciones dadas. Es usual que usen modelos de simulación para detectar situaciones que puedan suceder. Ejemplos: predecir daños a cosechas por algún tipo de insecto.
- **Diagnóstico:** define las fallas de un sistema en base a los síntomas que se presentan. Ejemplos: diagnóstico de enfermedades en base a síntomas, encontrar componentes defectuosos o fallas en circuitos.
- **Diseño:** configuración de objetos. Utilizan un conjunto de limitaciones y restricciones para configurar objetos. Utilizan un proceso de análisis para construir un diseño parcial y una simulación para verificar o probar las ideas. Ejemplos: configuración de equipos de oficina, de equipos de cómputo.
- **Monitoreo:** confrontan observaciones del comportamiento del sistema con el comportamiento standard, se compara lo actual con lo esperado. Ejemplo: asistir a un paciente de cuidados

intensivos, tráfico aéreo, uso fraudulento de tarjetas de créditos.

- **Instrucción:** analizan, determinan y reparan el comportamiento de un estudiante. Ejemplo: educar a un estudiante de medicina, usa un modelo del estudiante y planea la corrección de deficiencias.
- **Control:** Un sistema requiere interpretar una situación actual, predecir el futuro, diagnosticar las causas de los problemas que se pueden anticipar, formular un plan para remediar estas fallas y monitorear la ejecución de este.

2.2.3. METODOLOGÍA BUCHANAN

Según Huertas [16] define a esta metodología como una herramienta utilizada por el ingeniero de conocimiento, que le dan pautas de cómo desarrollar un Sistema Experto. Esta metodología permitirá una correcta documentación, detección de problemas durante el desarrollo y si surgen errores podrán corregirse a tiempo. Está metodología consta de 6 etapas las cuales se mencionan a continuación:

1. **Identificación:** en esta fase se dan a conocer los aspectos importantes del problema, las características del problema ya sean las subtarear que se llevarán a cabo, los términos que se van a utilizar y aspectos fundamentales; también se definen quienes serán los participantes (expertos del dominio, ingenieros del conocimiento y futuros usuarios); los recursos disponibles y las metas a alcanzar.
2. **Conceptualización:** en esta fase se organiza el conocimiento para luego pueda ser esquematizado de manera conceptual. El experto y el ingeniero de conocimiento se encargan de encontrar conceptos para que puedan ser ingresados en la base de conocimiento; también determinan como se realizará el flujo de información durante el proceso de resolución del problema.

3. **Formalización:** en esta etapa se debe identificar los conceptos importantes y relevantes, teniendo en cuenta que en al obtener el resultado debemos de formalizar las reglas para incluirlas en el motor de inferencia y estas puedan construir un prototipo de la base de conocimiento.
4. **Implementación:** en esta etapa se formaliza el conocimiento adquirido del experto mediante formulación de reglas, formulación de estructuras de control y obtención de un prototipo; se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación.
5. **Revisión de Software:** en esta etapa se realiza la revisión del sistema experto, se depuran reglas, se rediseña la estructura del conocimiento o se reformulan los conceptos fundamentales.
6. **Prueba:** en esta etapa se realiza la evaluación del rendimiento del prototipo para encontrar posibles errores o anomalías en la base de conocimiento o en los mecanismos de inferencia.



Fig. 3 Fases de la metodología Buchanan [16]

2.2.4. MySQL

2.2.4.1. Definición

En la propia web oficial de MySQL se define como “la base de datos de código abierto más popular del mundo”. Es un

gestor de base de datos el cual permite la interacción con los lenguajes de programación más utilizados como PHP o JAVA.

2.2.4.2. Ventajas

- Es un software libre y la mayor parte de su código se encuentra escrito en lenguaje C/C++.
- Es multiusuario porque puede ser usado por varias personas al mismo tiempo.
- Se puede ejecutar en varias plataformas como: Linux, Windows, AIX, Solaris.
- Gran velocidad a la hora de realizar operaciones.
- Soporta un amplio número de tipos de datos.

2.2.5. PHP

2.2.5.1. Definición

Según Beati [17] PHP es una sigla, un acrónimo de “PHP: Hypertext Preprocessor”, o sea, “Pre-procesador de Hipertexto marca PHP”. El hecho de que sea un “pre” procesador es lo que marca la diferencia entre el proceso que sufren las páginas Web programadas en PHP del de aquellas páginas Web comunes, escritas sólo en lenguaje HTML.

Gracias a este lenguaje es que podemos visualizar los contenidos dinámicos en las páginas web, ya que todas la interacciones que se desarrollan en este lenguaje son por completo transformadas y todo el código es invisible para el usuario.

2.2.5.2. Ventajas

- Es un lenguaje libre o de código abierto.
- Es un lenguaje multiplataforma.
- Se utiliza para generar páginas web dinámicas.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL.

- En su página oficial todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.
- Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos.
- Biblioteca nativa de funciones sumamente amplia e incluida.

2.2.6. APACHE

2.2.6.1. Definición

Apache es un software de servidor web gratuito y de código abierto, fue creada por la organización Apache Software Foundation en el año 1995, fue creada sin fines de lucro. Es uno de los servidores más antiguos y confiables.

2.2.6.2. Ventajas

- De código abierto y gratuito, incluso para uso comercial.
- Software confiable y estable.
- Parches de seguridad regulares y actualizados con frecuencia.
- Flexible debido a su estructura basada en módulos.
- Fácil de configurar para principiantes.
- Multiplataforma: Unix, Windows
- Viene listo para trabajar con sitios de WordPress.

2.2.7. JAVASCRIPT

2.2.7.1. Definición

Eguíluz [18] define a JavaScript como un lenguaje de programación que se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas. Cuando hablamos de páginas web dinámicas nos referimos a que estas nos muestran efectos como por ejemplo textos que aparecen y desaparecen, animaciones, acciones que se activan a pulsar botones y ventanas con mensajes de aviso al usuario.

2.2.7.2. Ventajas

- Es un lenguaje muy sencillo.

- Es rápido, por lo tanto tiende a ejecutar las funciones inmediatamente.
- Cuenta con múltiples opciones de efectos visuales.
- Es muy versátil, puesto que es muy útil para desarrollar páginas dinámicas y aplicaciones web.
- Es una buena solución para poner en práctica la validación de datos en un formulario.
- Es multiplataforma, puede ser ejecutado de manera híbrida en cualquier sistema operativo móvil.

2.2.8. PROLOG

2.2.8.1. Definición

Escrig [19] define a PROLOG como un lenguaje de programación especialmente indicado para modelar problemas que impliquen objetos y las relaciones entre ellos. Está basado en los siguientes mecanismos básicos: unificación, estructuras de datos basadas en árboles y backtracking automático. La sintaxis del lenguaje incluye la declaración de hechos, preguntas y reglas.

2.2.8.2. Ventajas

- Capacidad de deducción.
- Es un lenguaje fácil de usar por su semántica y sintaxis.
- La habilidad que tiene es de calcular de forma procedural.
- No hay que pensar demasiado en la solución del problema, ya que Prolog infiere sus respuestas basándose en las reglas declaradas dentro del programa.
- Utiliza un mecanismo de búsqueda independiente de la base de hechos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Tecnológica aplicada

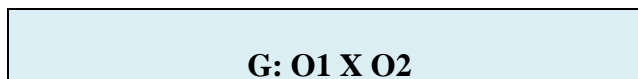
3.1.2. Nivel de investigación

Experimental

3.2. Diseño de investigación

Se hará uso del diseño pre experimental, porque el grupo observado será un solo grupo; mediante esta observación podremos obtener los resultados esperados del antes y el después de aplicar el sistema experto en el proceso de fertilización.

Diagramado de la siguiente manera:



Donde:

G =Grupo Observado

O1=Observación de la Población antes de la aplicación del Sistema

X = El Sistema Experto

O2=Observación de la Población después de la aplicación del Sistema.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población objeto del estudio estará constituida por:

- ✓ **Plantación del Campo de cultivo** = 6.5 Has.
- ✓ **Administradora del campo de cultivo** = 1
- ✓ **Guía de cosecha** = 1

3.3.2. Muestra

Para el presente estudio se considerará a la totalidad de la población que a su vez constituye la muestra.

3.3.3. Muestreo

Debido a que la población constituye la muestra no se aplicara ninguna técnica de muestreo.

3.4. Criterios de selección

Se ha elegido esta población debido a que se tendrán facilidades para la obtención de información lo que conlleva a un mejor análisis e interpretación de los datos.

3.5. Operacionalización de variables

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

3.5.1. Variables

3.5.1.1. Variable independiente

Sistema Experto

3.5.1.2. Variable dependiente

Fertilización del sembrío del banano ecológico

3.5.2. Indicadores (Operacionalización de variables)

Tabla I
INDICADORES

Objetivo específico	Indicador(es)	Definición conceptual	Unidad de medida	Instrumento	Definición operacional
➤ Establecer cuáles son los atributos específicos que debe poseer el terreno en el cultivo del banano ecológico.	Atributos específicos determinados	Es la cantidad de atributos que van a servir como fuentes de alimentación para nuestro sistema Experto.	Unidad.	Ficha de observación	Valores totales de atributos encontrados
➤ Determinar cuál es el algoritmo específico que ayude a diseñar el sistema Experto para la fertilización del Banano Ecológico.	Tipo de algoritmos	Hace referencia a la búsqueda del mejor algoritmo o la combinación de ellos para conseguir un óptimo resultado en nuestro sistema Experto.	Total hallados	Cuadro de comparación de tipo algoritmos	Resultados del tipo de algoritmos encontrados/algoritmos adecuados para nuestro modelo
➤ Definir un modelo de sistematización utilizando los Algoritmos Basado en Reglas para la aplicación de la fertilización del Banano.	Número de modelos Diseñados	Se refiere al número de modelos probados hasta conseguir el más óptimo, el cual nos brindará el resultado esperado.	Total probados	Cuadro de comparación de modelo de algoritmo basado en reglas	Modelos diseñados/modelo óptimo
➤ Evaluar la precisión del sistema Experto desarrollado para la fertilización del Banano Ecológico.	Número de pruebas exitosas	Es el número de pruebas realizadas al modelo desarrollado, hasta conseguir los resultados más precisos.	Porcentaje	Test de evaluación	Errores encontrados/errores subsanados

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

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

Tabla II
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Entrevista	Cuestionario (anexo 1)	Administradora del terreno	Para identificar la problemática existente
Observación	La ficha de observación	El terreno de sembrío del banano	Para identificar la problemática Fertilización actual

3.7. Procedimientos

3.7.1. Metodología de desarrollo

A continuación, se mencionan las actividades que se realizarán en cada una de las etapas de la metodología a seguir, en este caso Metodología Buchanan para el desarrollo del software:

1. Identificación

En esta etapa se desarrollarán las siguientes actividades:

- ✓ Definición de objetivos: Se identificarán los objetivos que se persiguen para la implementación del software.
- ✓ Definición de los participantes del proyecto: Identificar las personas que están familiarizadas con el proyecto y al experto para la construcción del sistema.
- ✓ Definición del problema: Se identificará la causa raíz del problema que se trata de resolver.
- ✓ Definición del presupuesto: Se establecen los costos involucrados en la ejecución del presente proyecto.

2. Conceptualización

En esta etapa se desarrollarán las siguientes actividades:

- ✓ Definición del producto: Se describe el sistema a desarrollar, se busca conceptos que representen el conocimiento del experto.

- ✓ Alcance del producto: Se define el alcance del sistema experto, es decir, que problemas va a resolver concretamente el sistema experto.
- ✓ Descripción del flujo de información durante el proceso de resolución de problemas.
- ✓ Identificación de requisitos: Se identificarán los objetivos funcionales y no funcionales.

3. Formalización

En esta etapa se desarrollarán las siguientes actividades:

- ✓ Formalización de requisitos: El usuario final brindará toda la información necesaria y validará los requisitos establecidos alineados con sus necesidades.
- ✓ Extracción del conocimiento: se obtienen los requisitos del negocio, del sistema, de usuarios; así como las reglas del negocio, las restricciones y los atributos de calidad esperados. Todos estos requisitos deben expresarse en un documento de especificación de requisitos funcionales y no funcionales que son la base para iniciar las etapas de diseño y construcción del producto. Se debe de obtener la lista de requerimientos para poder realizar el software.

4. Implementación

En esta etapa se desarrollarán la siguiente actividad:

- ✓ Diseño del producto: Se define que arquitectura, lenguaje, diagrama de flujos, diagrama de actividades se llevará a cabo la cual permitirá una mejor organización del conocimiento.
- ✓ Formulación de reglas: Estas reglas relacionan dos o más afirmaciones para determinar la creencia en las conclusiones.
- ✓ Formulación de estructuras de control.
- ✓ Desarrollo del producto: Desarrollo del software Experto.

5. Testeo

En esta etapa se desarrollará la siguiente actividad:

- ✓ Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento, verificándose el desempeño del sistema.

6. Revisión del prototipo

En esta etapa se desarrollará la siguiente actividad:

- ✓ Evaluación del comportamiento del sistema experto.

3.7.2. Análisis de riesgos

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

3.7.3. Producto acreditable

1. Interfaces

Se construyeron las interfaces del sistema experto haciendo uso del lenguaje Prolog, se programaron las reglas; las mismas que se presentan en el *ítem 4.1.4. Implementación, en el Capítulo IV. Resultados*.

2. Arquitectura

De diseñó una arquitectura idónea para el funcionamiento del sistema experto, el cual se detalla en el *ítem 4.1.4. Implementación: Diseño de la arquitectura, en el Capítulo IV. Resultados*.

3. Infraestructura tecnológica

Considerando la arquitectura anteriormente descrita, se definen los requerimientos para el funcionamiento del sistema; de cada uno de sus componentes software y hardware en el *Anexo N°04* se puede observar los requerimientos.

3.7.4. Manual de usuario

Se elaboró un manual de usuario con la finalidad de ayudar a los usuarios en el uso del Sistema Experto que se implementó, el cual se muestra en el Anexo N°03.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

La información recolectada se analizó con la finalidad de definir la problemática. Se hizo uso de Microsoft Excel para la realización de algunos cálculos matemáticos.

3.9. Matriz de consistencia

TABLA III
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES DE ESTUDIO</u>
¿De qué manera se apoyará la fertilización del sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos?	Desarrollar un sistema Experto para la sistematización del proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos.	Con el desarrollo de un sistema Experto se apoyará en la sistematización del proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos.	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Sistema Experto</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Fertilización del sembrío del banano ecológico</p>
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>		<u>INDICADORES</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer cuáles son los atributos específicos que debe poseer el terreno en el cultivo del banano ecológico. • Determinar cuál es el algoritmo específico que ayude a diseñar el sistema Experto para la fertilización del Banano Ecológico. • Definir un modelo de sistematización utilizando los Algoritmos Basado en Reglas para la aplicación de la fertilización del Banano. • Evaluar la precisión del sistema Experto desarrollado para la fertilización del Banano Ecológico. 	<p>Visita del campo al Fundo San Gregorio y análisis de agua y suelo</p> <p>El estudio de los algoritmos</p> <p>El estudio de los sistemas Expertos</p> <p>Funcionalidad del sistema Experto</p>		<p>Atributos específicos determinados</p> <p>Uso de los algoritmos para el sistema experto</p> <p>Uso de reglas del sistema experto</p> <p>Test de evaluación del sistema</p>

3.10. Consideraciones éticas

A continuación, se listan los aspectos que se han considerado para la protección y bienestar de los participantes de esta investigación, en este caso los datos relacionados con la plantación del Fundo San Gregorio, así como de la seguridad (resguardo) de los datos:

- ✓ Entrevista a la administradora del campo de cultivo
- ✓ Seguridad de la información la cual será de carácter reservada
- ✓ Resguardo de los datos y secreto de la información.

IV. RESULTADOS

4.1. En base a la metodología utilizada

La metodología utilizada para esta investigación será la de Buchanan; puesto que nos permite que el Sistema Experto se desarrolle en etapas. Esta metodología consta de 6 etapas, las cuales son las siguientes:

4.1.1. Identificación:

Problema:

No se cuenta con un sistema experto en el proceso de fertilización el cual pueda indicar las fechas, ubicación, esquema, cantidad, proporción que apoye en sí al proceso de fertilización en el Fundo San Gregorio- Olmos.

Solución

Se propone desarrollar un sistema experto que sirva de apoyo en el proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos.

Participantes:

1. Experto del Dominio:

El experto del dominio con que contamos para el desarrollo del sistema experto es la Lic. María Edith Morales Gutiérrez, es la persona quien conoce la realidad problemática y todo lo relacionado al cultivo de Banano Ecológico y es quien nos ayudará a validar los modelos que vamos creando.

2. Ingeniero del Conocimiento:

El Ingeniero del Conocimiento en este proyecto será la estudiante Pilar Ballena Bances, la cual se encargará de extraer los conocimientos del experto humano para luego codificar dicho conocimiento de manera que pueda ser procesado por el sistema. También contaremos con el apoyo del Mgtr. Ing. Marlon Eugenio Vílchez Rivas, el cual nos brindará información relevante acerca del tema de investigación.

3. Usuarios:

Son las personas encargadas del uso y manejo del sistema experto, las cuales estarán previamente autorizadas por el administrador del sistema.

Características del problema:

1. Fuentes del conocimiento:

Para esta tarea consideramos la entrevista que tuvimos con la Lic. María Edith Morales Gutiérrez, administradora del Fundo San Gregorio. Nos brindó documentación relevante como: Análisis de suelo, análisis de agua, croquis del fundo, ficha de fertilizantes.

También se utilizaron libros, artículos, revistas y estudios realizados relacionados al tema de investigación.

Consulta a expertos en actividades del rubro: técnicos agrícolas, ingenieros agrónomos e ingenieros agrícolas.

Tareas del Sistema Experto:

1. Gestionar los atributos del terreno de cultivo para crear la base del conocimiento.
2. Especificar los campos que vienen siendo fertilizados y los que aún faltan por fertilizar.
3. Generar cantidades de nutrientes que necesita para la fertilización.
4. Generar programación de fertilización.
5. Brindar una opción de fertilización más adecuada.

4.1.2. Conceptualización

Para que el sistema experto almacene datos y estos puedan ser procesados, necesita información, la cual detallamos de manera conceptualizada.

Para realizar la fertilización en el Fundo San Gregorio debemos de saber que la fertilización del banano ecológico se realiza 4 veces al año, cada tres meses.

Al realizar la fertilización debemos de tener en cuenta los requerimientos climáticos y edafológicos de la planta, debemos de considerar cuál es su altitud, latitud, precipitación y temperatura. También debemos de considerar la textura, PH, materia orgánica, profundidad y contenido de nutrientes los cuales ayudarán al crecimiento de la planta.

Debemos tener en cuenta los siguientes conceptos, porque son necesarios para la comprensión clara acerca del tema:

- **Banano** = es un fruto de origen asiático, se cultiva en todas las zonas tropicales, durante todo el año. Esta fruta posee una excelente combinación de minerales y vitaminas que proporcionan energía y la convierten en un alimento indispensable en cualquier dieta.
- **Fertilizante Orgánico** = es un tipo de sustancia o denominados nutrientes en forma orgánica saludables y asimilables por las raíces de las plantas para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo.
- **Sistema experto** = Se puede definir como aquel programa de ordenador capaz de ejecutar una acción tal y cual como un humano.
- **Sistematización**= Proceso por el cual se pretende ordenar una serie de elementos, pasos, etapas, etc., con el fin de otorgar jerarquías a los diferentes elementos.
- **Fertilización orgánica**= es una operación que consiste en aumentar la fertilidad del suelo, mediante la aplicación de sustancias orgánicas.

En la fertilización debemos de conocer cuáles son los principales nutrientes minerales primarios del sembrío del banano ecológico, los cuales se indican a continuación:

- **Nitrógeno (N)**: se utiliza para el buen desarrollo de la planta. En la fertilización se encuentra este nutriente en el Guano de Isla.

- Fosforo (P): se utiliza para que pueda enraizar bien y para la buena formación del tallo. Se encuentra en el fertilizante llamado Sulfoman.
- Potasio (K): se utiliza para la buena formación, calidad, sabor, aspecto físico del fruto. Este nutriente se encuentra en el Compost llamado Malqui.

□ **Información cualitativa del modelo (Variables)**

✓ **Variables objetivo:**

Fertilización del Banano Ecológico

✓ **Variables de observación:**

Atributos del terreno:

<p>Temperatura (T)</p> <p>Precipitación (PR)</p> <p>Altitud (A)</p> <p>Latitud (L)</p> <p>Viento (V)</p> <p>Acidez (PH)</p>

Nutrientes o requerimientos nutricionales:

<p>Nitrógeno (Guano de Isla) (N)</p> <p>Fósforo (Sulfoman) (P)</p> <p>Potasio (Compost Malqui) (K)</p>
--

Para realizar el cálculo para la dosis de la fertilización, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$DF = \frac{(DTC - SCS)}{EF}$$

Donde:

DF= Dosis de fertilización a aplicar

DTC= Demanda teórica del cultivo

SCS= Suministro calculado del suelo

EF= Eficiencia en la absorción del nutriente a agregar

4.1.3. Formalización

En esta etapa se da a conocer la formalización de los requerimientos funcionales para la construcción del motor de inferencia que trabaja con la información contenida en la base de conocimientos y la base de hechos.

- ✓ Si T es mayor o igual a 20 y menor igual a 30 C° entonces se puede realizar la fertilización.
- ✓ Si T es menor de 20 C° y mayor igual a 15° y si T es mayor de 30°C y menor igual a 40 C° entonces no se puede fertilizar.
- ✓ Si PR es mayor o igual a 120 y menor igual a 200 mm entonces se puede realizar la fertilización.
- ✓ Si PR es menor de 120 mm y mayor igual a 100 mm entonces no podrá realizar la fertilización.
- ✓ Si A es mayor igual a 1000 y menor igual 2000 msnm entonces se puede fertilizar.
- ✓ Si A es menor de 1000 y mayor igual a 400 msnm no podrá realizar la fertilización.
- ✓ Si L es mayor igual a 15 y menor igual a 30° entonces se puede fertilizar.
- ✓ Si L es menor de 15° y mayor igual a 10° entonces no podrá realizar la fertilización.
- ✓ Si V es mayor igual a 20° y menor igual a 30° entonces se puede fertilizar.
- ✓ Si V es mayor a 30° entonces no se podrá realizar la fertilización.
- ✓ Si PH es mayor igual a 6 y menor igual a 8 entonces se puede fertilizar.

- ✓ Si PH es menor 6 y mayor igual a 4.5 entonces no podrá realizar la fertilización.
- ✓ El área total del terreno tiene 6.5 hectáreas.
- ✓ El terreno está dividido por Campos: A, B, C, D, 1-2 y M&E.
 - A= 1Ha
 - B= 1.5 Ha
 - C= 1Ha
 - D= 1 Ha
 - 1 -2 = 1.5 Ha
 - M&E = 1Ha
- ✓ En una hectárea se siembran X plantas.
- ✓ Una planta produce solo un racimo.
- ✓ El peso de racimo por planta pesa 50 kg.
- ✓ DF= Dosis de fertilización a aplicar
- ✓ DTC= Demanda teórica del cultivo
- ✓ SCS= Suministro calculado del suelo
- ✓ EF= Eficiencia en la absorción del nutriente a agregar
- ✓ DTN= Demanda teórica del Nitrógeno
- ✓ SCN= Suministro calculado del Nitrógeno
- ✓ El resultado del análisis de suelo del N está dado en ppm.
- ✓ DTP= Demanda teórica del Fósforo
- ✓ SCP= Suministro calculado del Fósforo
- ✓ El resultado del análisis de suelo del P está dado en ppm
- ✓ DTK= Demanda teórica del Potasio
- ✓ SCK= Suministro calculado del Potasio
- ✓ El resultado del análisis de suelo del K está dado en ppm
- ✓ Un kilo de banano requiere 8 g de Nitrógeno.
- ✓ Un kilo de banano requiere 1.5 g de Fósforo.
- ✓ Un kilo de banano requiere 25 g de Potasio.
- ✓ 1 ppm equivale a 0.001 g/kg.
- ✓ El proceso de fertilización se llevará cada tres meses.
- ✓ Cada análisis de suelo generará dos procesos de fertilización.

Base de Hechos:

- R1: $[T \geq 20 \wedge T \leq 30] \Rightarrow \{F\}$
 R2: $[T < 20 \wedge T \geq 15 \wedge T \geq 30 \wedge T \leq 40] \Rightarrow \{NF\}$
 R3: $[PR \geq 120 \wedge PR \leq 200] \Rightarrow \{F\}$
 R4: $[PR < 120 \wedge PR \geq 100] \Rightarrow \{NF\}$
 R5: $[A \geq 1000 \wedge A \leq 2000] \Rightarrow \{F\}$
 R6: $[A > 1000 \wedge A \leq 400] \Rightarrow \{NF\}$
 R7: $[L \geq 15 \wedge L \leq 30] \Rightarrow \{F\}$
 R8: $[L < 15 \wedge L \geq 10] \Rightarrow \{NF\}$
 R9: $[V \geq 20 \wedge V \leq 30] \Rightarrow \{F\}$
 R10: $[V > 30] \Rightarrow \{NF\}$
 R11: $[PH \leq 6 \wedge PH \geq 8] \Rightarrow \{F\}$
 R12: $[PH < 6 \wedge PH \geq 4.5] \Rightarrow \{NF\}$
 R13: $[N \geq 8 \wedge P \geq 1.5 \wedge K \geq 25]$

Base de Conocimiento:

- R14: $DFN = [DTN - SCN] / EF$
 R15: $DFP = [DTP - SCP] / EF$
 R16: $DFK = [DTK - SCK] / EF$

4.1.4. Implementación

En la presente investigación se desarrollará un sistema experto, el cual será de gran ayuda para el dueño del fundo, ya que le permitirá saber cuándo debe de realizar la fertilización, que cantidades utilizará de nutrientes e indicará que campo falta, debería o ya está fertilizado.

El sistema experto se programó en lenguaje Prolog, el cual nos permitió tener en la programación facilidad de semántica y sintaxis y también inferir sus respuestas basándose en las reglas declaradas dentro del programa.

En el desarrollo de la interfaz web se utilizó PHP, HTML, JAVA SCRIPT, las cuales permitieron visualizar los contenidos dinámicos en las páginas web.

Para la conexión de la base de datos se utilizó MySQL, en este gestor de datos se almacenó la base de datos, la cual permitió tener conexión con los demás programas utilizados.

A continuación mostramos las reglas programadas para el sistema:

Esta regla nos permitirá abrir conexión para ingresar al sistema:

```
abrir_conexion :-
    odbc_connect('swiprolog',_,
        [user(root),
        password(''),
        alias(swiprolog),
        open(once)
    ]).
```

Esta regla nos permitirá cerrar conexión con MySQL.

```
cerrar_conexion :-
    odbc_disconnect('swiprolog').
```

Estas reglas permiten llamar al idusuario, codsuelo, codterreno y coddatos para insertar un valor o dato.

```
idusuario(X):-
    asserta(idusu(X)),
    !.

codsuelo(X):-
    asserta(idsuelo(X)),
    !.

codterreno(X):-
    asserta(idterreno(X)),
    !.

coddatos(X):-
    asserta(iddatos(X)),
    !.
```

En esta regla se puede verificar si el terreno se puede fertilizar o no; lo primero que hace el método es abrir conexión, luego que abrimos conexiones podremos insertar, consultar, etc; luego asigno valores idusu, idterreno, iddatos y ejecuto una condicional que me valida una que se cumpla la regla de temperatura, precipitación, altitud, latitud y viento si es que se cumple me da un valor 0 e inserto en la tabla analisis_experto los datos que necesito para seguir con el proceso del sistema experto, de lo contrario me devuelve un valor 1.

```
terreno():-
```

```

abrir_conexion,
idusu(X),
idterreno(Y),
iddatos(Z),
((temperatura,
precipitacion,
altitud,
latitud,
viento)
->
asserta(valor(0)),
writeln('0')
; A='insert into analisis_experto (fecha, valor, estado,
cod_terreno, cod_datos, id_usuario) VALUES(NOW(),1,1,',
atom_concat(A,Y,Q),
atom_concat(Q,',',Q1),
atom_concat(Q1,Z,Q2),
atom_concat(Q2,',',Q3),
atom_concat(Q3,X,Q4),
atom_concat(Q4,',',Q5),
odbc_query('swiprolog', Q5),
writeln('1')
).
```

Esta regla básicamente lo que hace es validar que la temperatura que ha ingresado el usuario cumpla con la regla de estar entre los 20 y 30 grados. Así también se hará programará con: precipitación, altitud, latitud y viento.

temperatura:-

```

A='select temperatura from terreno where cod_terreno =',idterreno(I),
atom_concat(A,I,Q),
odbc_query('swiprolog', Q,row(Y)),
Y >=20,
Y <=30,
!.
```

Extrae el valor de la absorción que está en la base de datos

absorcion:-

```

abrir_conexion,
A='select absorcion from datosgenerales where cod_datos=',
iddatos(X),
concat(A,X,Q),
odbc_query('swiprolog',Q, row(Y)),
asserta(abs(Y)).
```

Esta regla calcula la cantidad necesaria de Nitrógeno según el estudio del suelo, las condiciones generales y la fórmula; lo mismo pasará cuando se calcule el Potasio y el Fósforo.

dfn:-

```

abrir_conexion,
peso(),
A='select reqN from datosgenerales where cod_datos=',
iddatos(X),
concat(A,X,Q),
odbc_query('swiprolog',Q, row(Z)),
valpeso(Y),
CN is Y*Z,

B='select valorN from estudiosuelo where cod_estudio=',
idsuelo(CS),
concat(B,CS,Q2),
odbc_query('swiprolog',Q2, row(W)),
absorcion(),
abs(S),
FN is (CN-W)/S,

C='update analisis_experto set ctdadN =',
concat(C,FN,Q3),
concat(Q3,' where cod_analisis=',Q4),
idanalisis(I),
concat(Q4, I,QF),
odbc_query('swiprolog',QF),
!.
```

Esta regla es la que hace el análisis en sí, para que sea válida primero ejecutará las reglas dfn, dfk y dfp, las cuales hacen el cálculo para determinar la cantidad requerida de N, P y K. Luego actualiza la tabla análisis_experto con las cantidad en gr que se debe de usar de cada nutriente.

analisis_experto:-

```

dfn(),
dfk(),
dfp(),

C='update analisis_experto set cod_estudio=',
idsuelo(CS),
concat(C,CS,Q),
concat(Q,' where cod_analisis=',Q1),
idanalisis(I),
concat(Q1, I,QF),
odbc_query('swiprolog',QF),
!.
```

❖ Base de Datos
Se creó esta Base de Datos con la que se estableció la conexión.

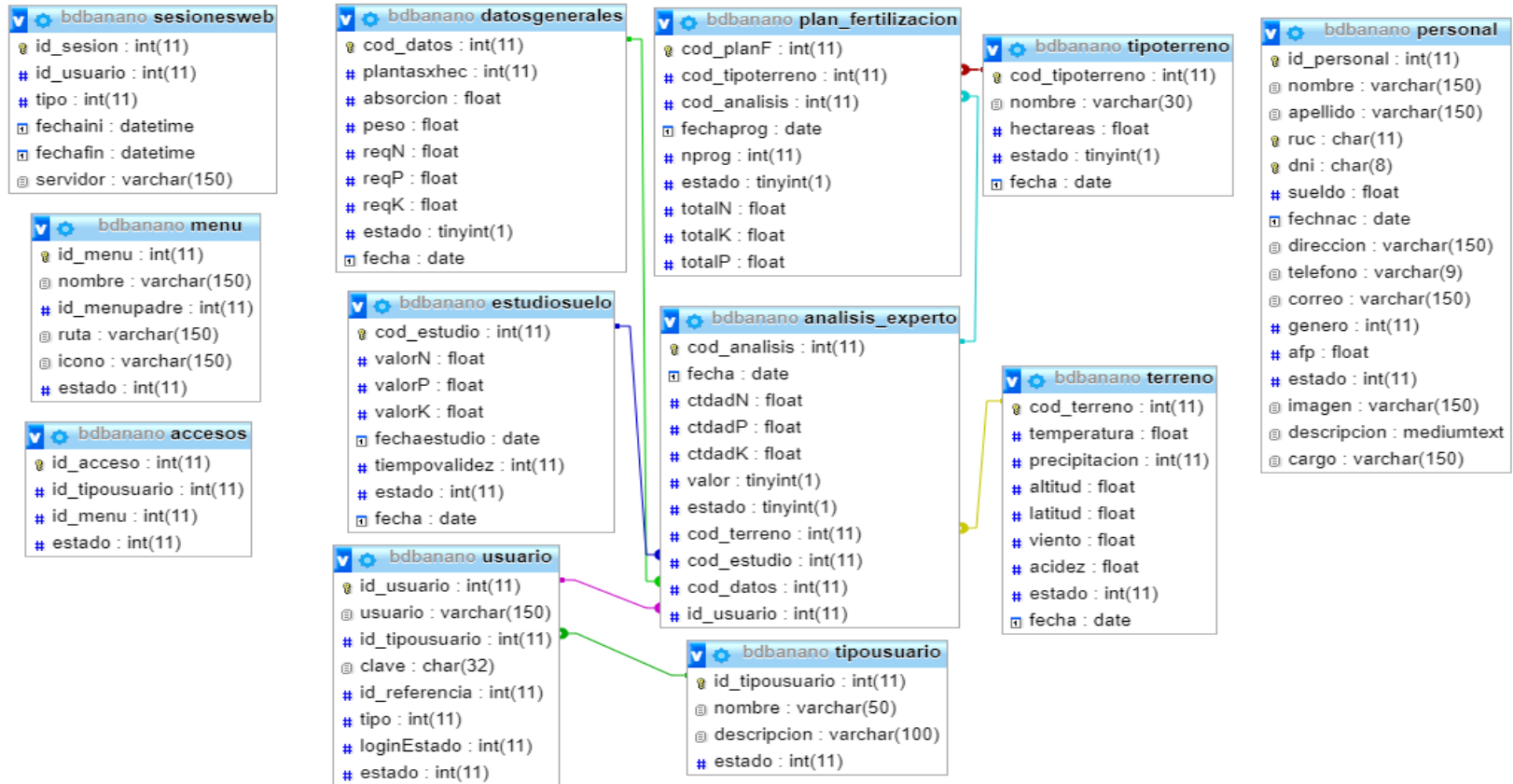


Fig. 4 Base de Datos del Sistema

❖ Arquitectura

El diseño de la arquitectura que se consideró en la implementación del sistema experto es el siguiente:

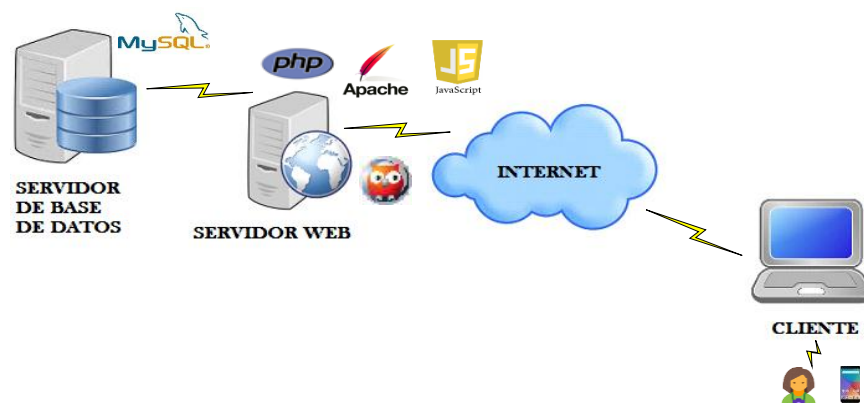


Fig. 5 Arquitectura lógica del Sistema Experto

En la conexión con la base de datos, PHP hace la conexión con MySQL y MySQL también se conecta con PROLOG.

Con relación al funcionamiento PHP le manda una orden a PROLOG para que consulte a la Base de Datos, PHP actualiza la base de datos y manda la orden a PROLOG, ya actualizada la información PROLOG coge la información, procesa los datos y actualiza MySQL y luego cuando uno necesita la información la envía o la muestra.

PROLOG procesa en base a la información que MySQL le envía, esto va en relación con las reglas.

❖ Infraestructura tecnológica

La infraestructura tecnológica estará conformada por:

✓ Servidor de Base de datos

El gestor de base de datos utilizado será MySQL ODBC; debido a que es un sistema libre, rápido, multiusuario y versátil. Es muy utilizado en desarrollo web y soporta gran cantidad de datos.

✓ Servidor Web

Los servidores Web utilizados serán PHP, Apache y JavaScript ya que son servidores seguros, eficientes y extensibles.

✓ **Internet:**

Mediante el Internet se realizarán las comunicaciones con el Servidor de datos y con el Servidor Web.

✓ **Ciente:**

Usuario o persona responsable del sistema, la cual podrá ingresar al sistema y visualizar todo lo relacionado con el Sistema Experto y el sitio Web.

4.1.5. Testeo

Cuando desarrollamos un software, una de las etapas más importante es la de testeo o prueba; mediante el cual verificamos el rendimiento de la aplicación, descubrimos los errores y realizamos las correcciones de los mismos, además comprobamos si el software cumple todos los requerimientos solicitados por el usuario. En esta etapa se llevó a cabo las pruebas realizadas al sistema evaluando los siguientes aspectos:

- **Usabilidad:** Estas pruebas fueron realizadas por la Lic. María Edith Morales Gutiérrez que es la encargada de Administrar el Fundo San Gregorio, la estudiante Pilar Diana Ballena Bances quién desarrollo el sistema para el fundo y también se contó con el apoyo del Ing. Mgtr. Marlon Eugenio Vílchez Rivas quien reviso y sugirió algunos cambios en el sistema.

En esta prueba se probó si el software era capaz de ser comprendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario. Aquí se comprobó el comportamiento del usuario dentro de la aplicación, si interactúa de manera fácil y sencilla con nuestra aplicación.

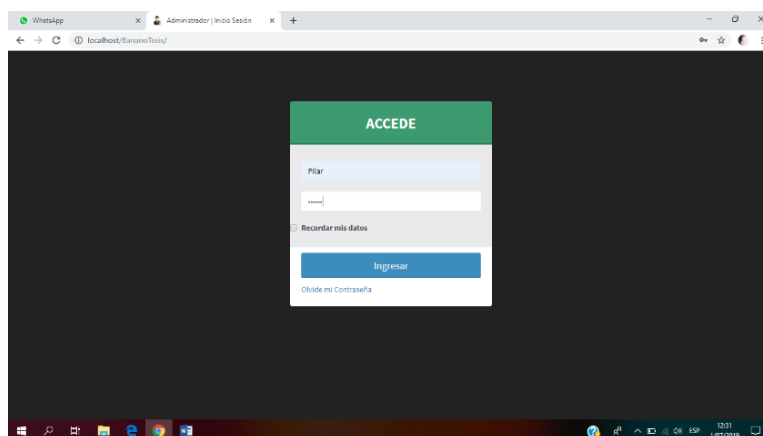


Fig. 6 Acceso al Sistema

Una de las interacciones que tiene el usuario al ejecutar un sistema es el acceso al sistema debido que al ingresar al sistema te pedirá un usuario y una contraseña; esto está dado por la persona encargada (administrador) la cual podrá registrar el acceso al sistema de cada personal.

- **Interfaz de usuario:** en estas pruebas evaluamos el tamaño de las ventanas, tipos de letras, colores, ubicación de los controles, imágenes que vayan de acuerdo con la interfaz y todo aspecto que vaya relacionado con la interfaz de usuario.

En la figura mostrada a continuación, mostramos la pantalla que aparece después de ingresar al sistema.

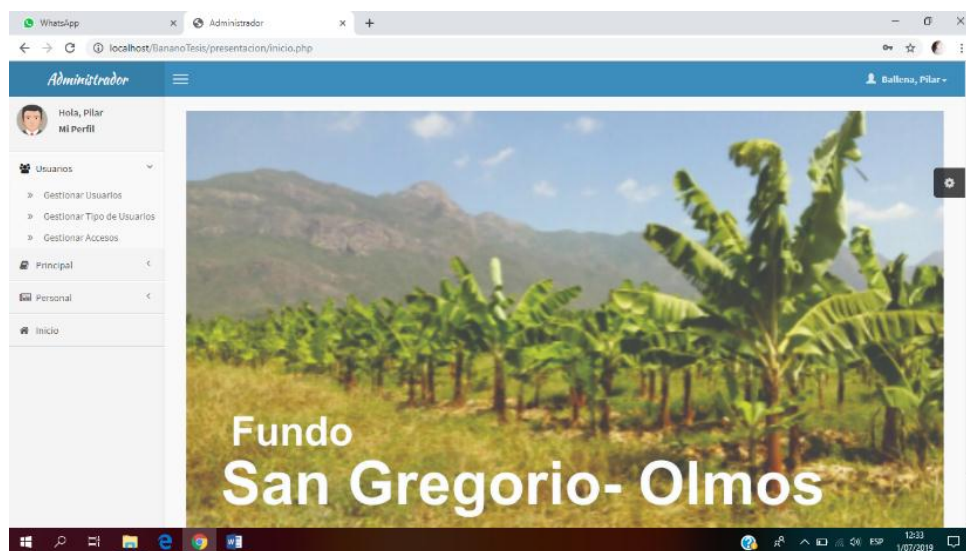


Fig. 7 Interfaz Inicio o Principal del Sistema

- **Rendimiento:** se evalúa el tiempo de respuesta de nuestra aplicación web, de nuestros componentes y funcionalidad. Comprobamos el comportamiento del sistema ante diferentes situaciones.
- **Configuración:** validamos que nuestra aplicación web funciona correctamente para distintos tipos de navegadores web como por ejemplo Firefox, Chrome, internet Explorer, etc.; las cuales se realizaron y si funcionaban en los navegadores antes mencionados.

4.1.6. Revisión del prototipo

Básicamente lo que hace el sistema es tener dos partes: la parte Web que es la de registro de información; la parte de procesamiento que es la parte del sistema experto en sí y la parte del final que también lo muestra en la Web que es la parte de resultados básicamente que muestra la programación.

Lo primero que hace la parte Web recopilar los datos que necesitas para que el sistema experto evalúe si el terreno se puede o no fertilizar; entonces en la parte web se recopila las condiciones tipo el viento, latitud, altitud, todo esos datos y los evalúa al sistema experto para que vea si son los datos necesarios para que se lleve a cabo el plan de fertilización.

Una vez que se verifica que realmente si se puede dar el plan de fertilización se solicita los datos del estudio de suelo, con eso vamos a obtener los datos que necesitamos lo que está aportando el suelo a nivel de nitrógeno, potasio y fósforo entonces el sistema experto ejecuta las reglas que le permitan saber el peso requerido por planta, la absorción del suelo y el requerimiento nutricional del terreno según sus propios valores evalúa todo esto y en base a eso envía una respuesta de cuanto se puede suministrar de nitrógeno, potasio, fosforo por planta. Ese resultado lo graba en la base de datos, lo manda al sistema Web, el sistema Web lo multiplica por la cantidad de plantas y por la cantidad en gramos de cada suministro nutricional y finalmente se elabora el plan de fertilización en el que se muestra en base a lo que se tiene como cuanto se va aplicar de cada nutriente según el tipo de terreno.

Valor N	Valor P	Valor K	Fecha del Estudio	Tiempo de Validez	Estado	Fecha
0	7.5	312	2019-06-24	2	Activo	2019-06-24

Fig. 8 Interfaz de estudio de suelo

Administrador

Hola, Pilar
Mi Perfil

Nuevo Plan de Fertilización

Listado de Planes de Fertilización

Mostrar 10 registros

Buscar:

Tipo Terreno	Analisis Experto	Analisis de Suelo	Fecha de Programación	N Prog	Estado	Total N	Total K	Total P	Cumplir
1-2	4	1	2019-10-08	2	Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	4	1	2019-07-08	1	Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
A	4	1	2019-10-08	2	Por Cumplir	900 Kg	151.875 Kg	2110.5 Kg	Cumplir
A	4	1	2019-07-08	1	Por Cumplir	900 Kg	151.875 Kg	2110.5 Kg	Cumplir
B	4	1	2019-10-08	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
B	4	1	2019-06-01	1	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
C	4	1	2019-10-08	2	Por Cumplir	900 Kg	151.875 Kg	2110.5 Kg	Cumplir

Fig. 9 Interfaz Plan de fertilización

4.2. En base a los objetivos de la investigación

4.2.1. Establecimiento de los atributos específicos que debe poseer el terreno en el cultivo del banano ecológico

Se puede observar que en el módulo Gestionar Terreno se presentan los atributos específicos del terreno los cuales son: precipitación, temperatura, altitud, latitud, viento y acidez que debe poseer el terreno en el cultivo de banano ecológico para que pueda llevarse a cabo la fertilización.

Administrador

Hola, Pilar
Mi Perfil

Nuevo Terreno

Listado de Terrenos

Mostrar 10 registros

Buscar:

Precipitación	Temperatura	Altitud	Latitud	Viento	Acidez	Estado	Fecha	Editar	Eliminar
123	25	1400	16	24	7	Activo	2019-06-24	Editar	Eliminar
123	25	1400	16	24	7	Inactivo	2019-06-24	Editar	Eliminar
123	25	1400	16	24	7	Inactivo	2019-05-31	Editar	Eliminar

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Anterior 1 Siguiente

Fig. 10 Interfaz listado de terreno

En este módulo se desarrollaron las siguientes reglas, las cuales se explican a continuación:

Regla: Temperatura

Esta regla hace que el sistema valide que la temperatura que ha ingresado el usuario cumpla con la regla de estar entre los 20 y 30 grados.

```
temperatura:-
  A='select temperatura from terreno where cod_terreno
  =', idterreno(I),
  atom_concat(A,I,Q),
  odbc_query('swiprolog', Q, row(Y)),
  Y >=20,
  Y <=30,
  !.
```

Lo mismo pasa con los demás atributos específicos que posee el terreno, primero tiene que validar los datos ingresados para que luego se pueda cumplir la regla y así indicar si se puede realizar la fertilización o no.

Regla: Precipitación

Esta regla hace que el sistema valide que la precipitación sea mayor e igual a 120 y menor igual a 200.

```
precipitacion:-
  A='select precipitacion from terreno where
  cod_terreno =', idterreno(I),
  atom_concat(A,I,Q),
  odbc_query('swiprolog', Q, row(Y)),
  Y >=120,
  Y <=200,
  !.
```

Regla: Altitud

Esta regla hace que el sistema valide que la altitud sea mayor e igual a 1000 y menor igual a 2000.

```
altitud:-
  A='select altitud from terreno where cod_terreno
  =', idterreno(I),
  atom_concat(A,I,Q),
  odbc_query('swiprolog', Q, row(Y)),
  Y >=1000,
  Y <=2000,
  !.
```

Regla: Latitud

Esta regla hace que el sistema valide que la latitud sea mayor e igual a 15 y menor igual a 30.

```
latitud:-
  A='select latitud from terreno where cod_terreno
  =', idterreno(I),
  atom_concat(A,I,Q),
  odbc_query('swiprolog', Q, row(Y)),
  Y >=15,
  Y <=30,
  !.
```

Regla: Viento

Esta regla hace que el sistema valide que el viento sea mayor e igual a 20 y menor igual a 30.

```
viento:-
  A='select viento from terreno where cod_terreno
  =', idterreno(I),
  atom_concat(A,I,Q),
  odbc_query('swiprolog', Q, row(Y)),
  Y >=20,
  Y <=30,
  !.
```

Regla: Acidez

Esta regla hace que el sistema valide que la acidez sea mayor e igual a 6 y menor igual a 8.

```
acidez:-
  A='select acidez from terreno where cod_terreno
  =', idterreno(I),
  atom_concat(A,I,Q),
  odbc_query('swiprolog', Q, row(Y)),
  Y >=6,
  Y <=8,
  !.
```

4.2.2. Determinación de los algoritmos específicos que ayuden a diseñar el sistema Experto para la fertilización del Banano Ecológico.

Para el desarrollo de este objetivo se determinó que los algoritmos a utilizar serían los algoritmos basado en reglas, este tipo de algoritmo es el más sencillo de crear y da solución a problemas determinísticos

de los cuales se pueden extraer las reglas de inferencia que permiten brindar una solución a una consulta a partir de ciertas premisas.

Para el diseño del sistema experto se declararon los siguientes datos dinámicos, los cuales permitieron armar las bases de hecho, estos son datos fijos en el sistema.

```
:- dynamic
    idusu/1,
    idsuelo/1,
    idterreno/1,
    iddatos/1,
    idanálisis/1,
    valpeso/1,
    abs/1.
```

Para la extracción de los datos llamamos a las siguientes reglas:

```
idusuario(X):-
    asserta(idusu(X)),
    !.

codsuelo(X):-
    asserta(idsuelo(X)),
    !.

codterreno(X):-
    asserta(idterreno(X)),
    !.

coddatos(X):-
    asserta(iddatos(X)),
    !.
```

También programamos la regla limpiar, ya que permite limpiar los datos ingresados y dejar los espacios en blanco para una nueva inserción de datos.

```
limpiar:-
    retractall(idusu(X)),
    retractall(idsuelo(X)),
    retractall(idterreno(X)),
    retractall(valor(X)),
    retractall(iddatos(X)).
```

4.2.3. Creación del modelo de sistematización utilizando los Algoritmos Basados en Reglas para la aplicación de la fertilización del Banano.

Al realizar el desarrollo de este objetivo se crearon las siguientes reglas; las cuales permitieron que el sistema experto ejecutará y diera como resultado la solución del problema.

Pinochet [20] da a conocer el método de fertilización, este método tiene tres componentes principales, que considera las interacciones del sistema suelo-cultivo-clima-fertilizante: la demanda de nutrientes del cultivo (Demanda), el suministro del suelo que pueden absorber los cultivos (Suministro) y la eficiencia de recuperación de los fertilizantes aplicados (Eficiencia de la Fertilización). De esta forma, la estimación cuantitativa de la dosis de fertilización (Dosis) puede ser representada matemáticamente de acuerdo a la siguiente ecuación básica de fertilización:

$$\text{DOSIS} = \frac{\text{Demanda} - \text{Suministro}}{\text{Eficiencia Fertilización}}$$

Teniendo en cuenta esta fórmula se formalizó para que el sistema experto almacenando su base de conocimiento y los vaya ejecutando en la base de inferencia; la fórmula para el cálculo de la dosis de la fertilización se declaró así:

$$\text{DF} = \frac{(\text{DTC} - \text{SCS})}{\text{EF}}$$

Donde:

DF= Dosis de fertilización a aplicar

DTC= Demanda teórica del cultivo

SCS= Suministro calculado del suelo

EF= Eficiencia en la absorción del nutriente a agregar

En esta regla se determina el cálculo de cuanto nutriente le falta a la planta y calcula la cantidad necesaria del nutriente en este caso Nitrógeno según el estudio del suelo, las condiciones generales y la fórmula para que muestre la cantidad que necesita la planta al momento de realizar el plan de fertilización.

dfn:-

```

abrir_conexion,
peso(),
A='select reqN from datosgenerales where cod_datos=',
iddatos(X),
concat(A,X,Q),
odbc_query('swiprolog',Q, row(Z)),
valpeso(Y),
CN is Y*Z,

B='select valorN from estudiosuelo where cod_estudio=',
idsuelo(CS),
concat(B,CS,Q2),
odbc_query('swiprolog',Q2, row(W)),
absorcion(),
abs(S),
FN is (CN-W)/S,

C='update analisis_experto set ctdadN =',
concat(C, FN, Q3),
concat(Q3, ' where cod_analisis=', Q4),
idanalisis(I),
concat(Q4, I, QF),
odbc_query('swiprolog', QF),
!.

```

Lo mismo pasa con el cálculo realizado del fosforo y del potasio:

```

dfp:-
  abrir_conexion,
  peso(),
  A='select reqP from datosgenerales
  where cod_datos=',
  iddatos(X),
  concat(A,X,Q),
  odbc_query('swiprolog',Q, row(Z)),
  valpeso(Y),
  CN is Y*Z,

  B='select valorP from estudiosuelo where
  cod_estudio=',
  idsuelo(CS),
  concat(B,CS,Q2),
  odbc_query('swiprolog',Q2, row(W)),
  absorcion(),
  abs(S),
  FN is (CN-W)/S,

  C='update analisis_experto set ctdadP =',
  concat(C, FN, Q3),
  concat(Q3, ' where cod_analisis=', Q4),
  idanalisis(I),
  concat(Q4, I, QF),
  odbc_query('swiprolog', QF),

```

!.

En esta regla se calcula la cantidad requerida del nutriente potasio:

```
dfk:-
    abrir_conexion,
    peso(),
    A='select reqK from datosgenerales
where cod_datos=',
    iddatos(X),
    concat(A,X,Q),
    odbc_query('swiprolog',Q, row(Z)),
    valpeso(Y),
    CN is Y*Z,

    B='select valorK from estudiosuelo
where cod_estudio=',
    idsuelo(CS),
    concat(B,CS,Q2),
    odbc_query('swiprolog',Q2, row(W)),
    absorcion(),
    abs(S),
    FN is (CN-W)/S,

    C='update analisis_experto set ctdadK
=',
    concat(C, FN, Q3),
    concat(Q3, ' where cod_analisis=', Q4),
    idanalisis(I),
    concat(Q4, I, QF),
    odbc_query('swiprolog', QF),
    !.
```

La regla análisis_experto es la que hace el análisis en sí, para que sea válida primero ejecutará las reglas dfn, dfk y dfp, las cuales hacen el cálculo para determinar la cantidad requerida de Nitrógeno, Potasio y Fósforo; luego actualiza la tabla de análisis_experto con las cantidades en gramos que se debe usar de cada nutriente.

analisis_experto:-

```
limpiar(),
abrir_conexion,

I='SELECT max(`cod_analisis`) from analisis_experto',
odbc_query('swiprolog', I, row(ID)),
asserta(idanalisis(ID)),

D='SELECT max(`cod_datos`) from datosgenerales',
```

```
odbc_query('swiprolog', D, row(DA)),  
coddatos(DA),
```

```
S='SELECT max(`cod_estudio`) from estudiosuelo',  
odbc_query('swiprolog', S, row(SU)),  
codsuelo(SU),
```

```
dfn(),  
dfk(),  
dfp(),
```

```
C='update analisis_experto set cod_estudio=',  
concat(C,SU,Q),  
concat(Q,' where cod_analisis=',Q1),  
concat(Q1, ID,QF),  
odbc_query('swiprolog',QF),  
!.
```

4.2.4. Evaluación de la precisión del sistema Experto desarrollado para la fertilización del Banano Ecológico.

La evaluación se realizó mediante un test de evaluación del sistema realizado a las personas involucradas con el proceso de fertilización del cultivo del banano ecológico; el cual se muestra en el Anexo N° 05.

V. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como propósito desarrollar un sistema Experto para la sistematización del proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos; el desarrollo de este sistema permitió llevar a cabo un plan de fertilización, el cual indicaba el campo a fertilizar, cuantos análisis de experto se habían realizado, cuantos análisis de estudio se habían hecho, fecha de programación a fertilizar, numero de fertilizaciones programadas, estado de la programación por cumplir o cumplido y las cantidades total de nutrientes (Nitrogeno, Fosforo y Potasio) que se necesitaría para fertilizar cada campo.

Sobre todo, se pretendió establecer cuáles eran los atributos específicos que debe poseer el terreno en el cultivo del banano ecológico, se determinaron cuáles eran los algoritmos específicos que ayuden a determinar la sistematización de la fertilización del Banano Ecológico, se creó un modelo de sistematización utilizando los Algoritmos Basado en Reglas para la aplicación de la fertilización del Banano y se evaluó la precisión del modelo de fertilización del Banano Ecológico. A continuación, se estará discutiendo los principales hallazgos de esta investigación.

El desarrollo del sistema experto y la aplicación del sistema Web han sido de gran ayuda para el Fundo, puesto que apoyo en la sistematización de la fertilización del sembrío del banano ecológico, obteniendo resultados muy satisfactorios; logrando así sus metas y objetivos planteados.

De los resultados obtenidos en este estudio, se puede deducir que al momento de realizar un plan de fertilización debemos de tener en cuenta en primer lugar los atributos específicos que posee el terreno, los cuales son: precipitación, temperatura, latitud, altitud, viento y acidez (PH); ingresando los datos adecuados el sistema validará si se puede o no realizar la fertilización, en el caso que se pueda fertilizar el sistema te pedirá que ingreses los datos del análisis del estudio de suelo realizado dado por la INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria), se guardarán los datos y te pedirá que ingreses la fecha que realizarás la fertilización. Seleccionando la fecha; el sistema te indicará que cantidad de nutrientes (N, P y K) utilizarás para cada campo y te mostrará la siguiente fecha de fertilización.

En el caso que no se pueda fertilizar, saldrá un aviso que no se puede fertilizar y esto se debe a que los valores ingresados no están declarados dentro de las reglas programadas.

En la actualidad, en la mayoría de los Fundos de la zona de Olmos y creo que también en todo el Perú, realizan su fertilización de manera al tanteo o por lo que le indica el agrónomo o asesores técnicos, determinando ellos las cantidades de nutrientes faltantes, pero guiándose siempre del análisis del estudio de suelo.

De acuerdo a los problemas encontrados en el Fundo San Gregorio se logró desarrollar un sistema experto, el cual permitió establecer un patrón de fechas de fertilización a seguir y ya no se tuvo que contar con la asesoría de los técnicos especialistas; sino que el experto era el sistema, siendo este el que indicaba el momento y las cantidades de nutrientes que faltaban al momento de la fertilización.

Al realizar la implementación de un sistema experto relacionado con este tema de estudio, Sarmiento [3] menciona que a la hora de realizar un cálculo para saber la cantidad de nutrientes que le falta a una planta de banano debemos de tener en cuenta las condiciones nutricionales óptimas del cultivo teniendo en cuenta tanto condiciones físico-químicas del suelo y requerimientos nutricionales del cultivo.

Cuando se desarrolla un sistema experto se puede implementar en cualquier área específica con la ayuda de un Shell, ya que permite por medio de sus reglas obtener resultados rápidos y eficientes; Sotomayor [4] resalta que con la ayuda de un Shell podemos facilitar el desarrollo de un sistema experto, ya que solo debemos de entregarle información (conocimiento) que requiere conocer y este razona sin importar el manejo interno del mismo.

Para obtener la fórmula se tuvo que investigar en varias fuentes, las cuales nos permitieron realizar el cálculo para obtener la cantidad de nutrientes faltantes de la planta, se formalizó en el sistema experto la fórmula establecida por Pinochet [20]; mediante esta fórmula se obtuvo los resultados esperados en dicha investigación. Debemos de tener en cuenta en este punto la conversión de medidas que se hace al realizar este cálculo.

Es necesario que se continúe investigando sobre este tema, ya que son pocas las investigaciones relacionadas con este estudio y sería recomendable para futuras investigaciones que el análisis del estudio de suelo se realice dos o tres veces al año, para así realizar una fertilización eficaz y eficiente y que los suelos no pierdan en gran proporción sus nutrientes; obteniendo frutos de mejor calidad y mayor exportación de bananos ecológicos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que con el desarrollo del sistema experto se logró sistematizar el proceso de fertilización del sembrío del banano ecológico del Fundo San Gregorio; se logró con este sistema obtener un plan de fertilización el cual permitió ingresar datos relacionados con el terreno, estos datos deberían estar dentro de los parámetros para que el sistema pueda realizar la fertilización, luego el sistema pide ingresar los datos del análisis del estudio del suelo, el sistema procesa los datos ingresados; obteniendo como resultado final la cantidad de nutrientes que se debería aplicar al cultivo al momento de realizar la fertilización.
2. Para poder establecer cuáles fueron los atributos específicos que debe poseer el terreno tuve que investigar temas relacionados con los requerimientos de clima y suelo para el cultivo del banano; estos me permitieron conocer que el banano requiere condiciones adecuadas de clima y suelo para su cultivo, una de las principales condiciones es que el área donde se desea sembrar cubra los requerimientos climáticos (latitud, altitud, temperatura, precipitación, viento, acidez, luz) y edafológicos (textura, pH, materia orgánica, profundidad, contenido de nutrientes) de la planta. Para el sistema experto solo utilizamos los atributos climáticos, porque los edafológicos se determinan mediante el análisis de suelos. Estos atributos permitieron ingresar datos específicos al sistema experto; debido a que los valores estaban dentro de un rango y pude crear las reglas para el sistema.
3. El algoritmo se determinó mediante la elaboración de un cuadro comparativo; el cual determinó que tipo de algoritmo se utilizaría para el desarrollo del sistema experto; se eligió el algoritmo basado en reglas, este tipo de algoritmo es el más sencillo de crear y da solución a problemas determinísticos de los cuales se pueden extraer las reglas de inferencia que permiten brindar una solución a una consulta a partir de las premisas.

4. El modelo que se definió para la sistematización del sistema fue el algoritmo de encadenamiento hacia adelante, puesto que ya teníamos datos iniciales y estos al ejecutarlos nos iban a dar resultados.
5. Esta evaluación se desarrolló con la ayuda de un juicio de experto, el cual permitió evaluar el desarrollo del sistema y obtener la aceptación del sistema.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que los estudios de suelo se deben de realizar trimestralmente para obtener mejores resultados al realizar el plan de fertilización, puesto que a veces se realiza una o dos veces al año.
2. Es conveniente que la fórmula para la dosis sea específica en cada caso, ya que la fórmula utilizada para el desarrollo del sistema es genérica y a veces no se entienda la fórmula.
3. Se recomienda utilizar para el desarrollo de sistemas expertos los siguientes lenguajes: PROLOG, LISP, etc., que facilita el desarrollo del sistema de una forma más rápida.

VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] FAO “Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura”, 2017 [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-production-peru/es/>. [Accedido: 17- May- 2019]
- [2] Diario Gestión, 2017 [En línea]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/empresa/empresas/beneficia-fertilizantes-minerales-produccion-agricola-220586>. [Accedido: 20-May- 2019]
- [3] H. O. Sarmiento, J. E. Alvarez, J. E. Gil y D. Castañeda, “*Desarrollo de un Sistema Experto para asistir el cálculo de las necesidades de Fertilización de un Cultivo de Banano*”, Universidad de Antioquia, Bogotá, Colombia, 2014.
- [4] E. Sotomayor, R. Valdivia y A. Caceres, “*Desarrollo de Shell para la Construcción de Sistemas Expertos Orientados al Área de la Fruticultura*”. Universidad de Tarapacá, Arica, Chile, 1994.
- [5] G. Abad y C.E. Abad, “*Desarrollo de un Sistema Experto para el control y seguimiento del manejo agro técnico del maíz híbrido de la zona maicera de la provincia de Loja*”. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador, 2011.
- [6] J. Urteaga-Montoya, “*Sistema Inteligente para el control de plagas en cultivos*”, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, 2015.
- [7] V. L. Rojas Rojas, “*Software para determinar costos de producción en cultivos transitorios de la costa central del Perú*”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 2011.
- [8] C. Barrantes y L. Angulo, “*Sistema Experto móvil para el diagnóstico y manejo integral de plagas en el arroz*”, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2015.
- [9] E. Morocho Chimoy, “*Sistema interactivo para minimizar las deficiencias de interactividad entre el psicólogo y el niño tímido*”, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2016.
- [10] S. García Samamé, “*Sistema Experto basado en reglas para optimizar la Identificación, Evaluación y Medidas de Mitigación de impactos ambientales apoyado en la matriz de Leopold*”, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2012.
- [11] G. Lip Curo, “*Sistema Experto para apoyar en la correcta planificación de la estimulación temprana de niños entre las edades de 0-3 años*”, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2016.

- [12] SIICEX “Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior”, 2017 [En línea]. Disponible en: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/banano1.pdf>. [Accedido: 29- May- 2019]
- [13] U. Vegas y J. Rojas, “ *Fertilización y Manejo Integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orgánico*”, Universidad Nacional Agraria la Molina, Tumbes, Perú, 2011.
- [14] S. Badaró, L. Ibañez y M. Agüero, “Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones”, Ciencia y Tecnología, 13, 2013.
- [15] M. Carlos Soto , “*Sistema experto de diagnostico médico del Síndrome de Guillian Barre*”. Oficina General del Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central de la UNMSM. 2007.
- [16] C. Huertas, “Metodologías para el desarrollo de los sistemas expertos”, 2017 [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/camiloahuertas5/metodologias-para-el-desarrollo-de-los-sistemas-expertos-74294030>. [Accedido: 21- May- 2019]
- [17] B. Hernán, “PHP: Creación de páginas Web Dinámicas”, 1a. Ed, Alfaomega, Grupo Editor Argentino, Buenos Aires, 2011 [En línea]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B51YQCNPPUKNa0YtbmhZTWNMWDWA/view>. [Accedido: 17 - Abr- 2019]
- [18] Egu, Javier. “Introducción a Java Script”, 2007 [En línea]. Disponible en: https://www.jesusda.com/docs/ebooks/introduccion_javascript.pdf. [Accedido: 20-Abr- 2019]
- [19] M. Escrig y J. Pacheco, “El Lenguaje de Programación Prolog”, 2015 [En línea]. Disponible en: <http://mural.uv.es/mijuanlo/PracticasPROLOG.pdf>. [Accedido: 25-Abr- 2019]
- [20] D. Pinochet, “*Guía para la fertilización de cultivos de bráscicas forrajeras*”, El sistema de Recomendación de fertilización de cultivos extensivos en Chile, INPOFOS /Fertilizar. Rosario, Argentina. pp 33-49, 2005.

IX. ANEXOS

ANEXO N° 01**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS****FICHA DE OBSERVACIÓN**

Objetivo: Recolectar información en el campo de cultivo de Banano Ecológico en el Fundo San Gregorio- Olmos.

Características	Rango	Valor
Lugar		
Área del Terreno		6.5 Ha
Temperatura	20° a 30° C	
Viento (velocidad)	20 a 30	
Altitud	1000 a 2000	
Latitud	15 a 30	
Precipitación	120 a 200	
Cantidad de Plantación del Banano Ecológico		1800
Variedad del Banano Ecológico		Cavendish William
Fertilizan su cultivo		
Veces que fertilizan	4	Cada 3 meses
Acidez (PH)	4.5 a 8	6.5
Cantidad de Nitrógeno (N)	100 a 600 kg N/ha/año	300
Cantidad de Potasio (K)	80 a 1000 kg de K/ha/año	150
Cantidad de Fosforo (P)	0 a 130 kg P/ha/año	100
Cantidad de otros nutrientes		
Cuentan con un programa de fertilización	NO	

Tipo de Abono	Uso		Cantidad (kg)
	SI	NO	
Compost	X		100
Sulfato de Potasio		X	
Guano de Isla	X		300
Kimelgran			
Sulphoman	X		150

ENTREVISTA A LA ADMINISTRADORA

Se realizó la entrevista a la Sra. María Edith Morales Gutiérrez, administradora del Fundo.

Objetivo: Identificar el proceso de fertilización del Banano Ecológico.

1. ¿Dónde se encuentra ubicado el Fundo San Gregorio?
2. ¿Qué tipo de tierra tiene el Fundo San Gregorio?
3. ¿Cuánto cultivo de Banano Ecológico producen al año?
4. ¿Qué procesos realizan para el cultivo del Banano Ecológico?
5. ¿Cuál es su proceso de fertilización?
6. ¿Cuáles son los procesos que se realizan antes y después de la fertilización?
7. ¿Cuáles son los problemas que enfrenta el proceso de fertilización?
8. ¿Cómo estos problemas afectan a otros procesos?
9. ¿Qué atributos específicos debe poseer el terreno al momento de realizar una fertilización?

ANEXO N° 02
ANÁLISIS DE RIESGOS

1. Datos generales

- **Tesista** : Pilar Diana Ballena Bances.
- **Fecha inicial** : 20 de Marzo de 2019
- **Fecha final** : 26 de Junio de 2019

2. Alcance del proyecto

Se desarrollará un sistema experto para apoyar al proceso de fertilización del cultivo del banano ecológico en el fundo San Gregorio- Olmos, con la finalidad de sistematizar este proceso, el cual nos permitirá obtener una fertilización óptima para el buen crecimiento y desarrollo de la plantación en el fundo. Se utilizará la metodología Buchanan para el desarrollo e implementación del Sistema Experto.

El sistema implementado permite calcular la cantidad de fertilizante que le falta a la planta para que está reciba los nutrientes necesarios y tenga una buena producción.

3. Interesados (Stakeholders)

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

• **Internos**

Tabla IV
INTERESADOS INTERNOS

Interesado	Participación
Administradora	Responsable del fundo, quién nos brindó la información necesaria para realizar el estudio.
Propietario	Dueño del fundo, quién nos permitió realizar la investigación en su propiedad.

• **Externos**

TABLA V
INTERESADOS EXTERNOS

Interesado	Participación
Usuario	Persona que se encargará de manera directa en utilizar el sistema.
Responsable de fertilización	Persona quien se encargará de realizar la fertilización según programación.

4. Beneficios

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

- La planta del banano ecológico obtendrá los nutrientes necesarios de acuerdo al cálculo que realizará el sistema experto.

- Al realizar una sistematización en el proceso de fertilización se llevará un mejor manejo, control, cálculo y programación a la hora de llevar a cabo el proceso de fertilización.
- El sistema nos brindará la información de cada nutriente faltante a la planta, al realizar una buena fertilización se obtendrá un buen desarrollo de los frutos y evitará la temprana aparición de enfermedades.
- Con una buena fertilización se obtendrá un racimo fuerte y de buena calidad lo cual ayudará al momento de la exportación.

5. Etapas de desarrollo

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

- **Identificación**

- **Actividades realizadas**

- Revisión de fuentes, libros, revistas, artículos relacionados con la investigación.
- Identificación del experto
- Detallar el lenguaje y el sistema que se utilizará.

- **Riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA VI
RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA I

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Nula o escasa información.	Revisión de información	No hay mucha información relacionada con el tema específico.	Requerimientos funcionales	4	Alcance	4	20	MEDIO
						Tiempo	3	9	
						Costo	3	9	
						Calidad	3	9	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			
RE1 – 002	No se cuenta con un experto.	Extracción de información	No hay una persona que nos brinde información detallada	Requerimientos funcionales	5	Alcance	5	25	ALTO
						Tiempo	4	20	
						Costo	4	20	
						Calidad	5	25	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			
RE1 – 003	Elegir el lenguaje y sistema más apropiado	Análisis	No contar con un lenguaje conocido para el desarrollo del sistema.	Implementación del sistema	3	Alcance	3	9	BAJO
						Tiempo	3	9	
						Costo	2	5	
						Calidad	2	5	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			

- **Conceptualización**

- **Actividades realizadas**

- Realizar un análisis sobre las definiciones o conceptos que el experto del campo establece.
- Establecer los hechos que el sistema extraerá para el desarrollo del sistema.

- **Riesgos**

Entre los riesgos encontrados en esta etapa han sido los siguientes:

Tabla VII
RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 2

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Deficiente análisis de conceptualización	Análisis	Los valores en los atributos del cultivo no están determinados de manera general.	Requerimientos funcionales	5	Alcance	4	20	ALTO
						Tiempo	5	25	
						Costo	4	20	
						Calidad	4	20	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			
RE1 – 002	Dificultad en encontrar una fórmula para realizar el cálculo	Análisis	Existe una fórmula pero no está detallada.	Requerimientos funcionales	4	Alcance	4	20	MEDIO
						Tiempo	3	9	
						Costo	4	20	
						Calidad	3	9	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			
RE1 – 003	Definición conceptual de los nutrientes.	Análisis	El conocimiento en la cantidad de nutrientes es distinta.	Requerimientos funcionales	3	Alcance	3	9	BAJO
						Tiempo	3	9	
						Costo	3	9	
						Calidad	2	5	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			

- **Formalización**

- **Actividades realizadas**

- Formalizar la conceptualización.

- **Riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla VIII
RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 3

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Dificultad en formalizar la conceptualización	Formalización	No se tiene mucho conocimiento de cómo formalizar	Requerimientos funcionales	4	Alcance	3	9	MEDIO
						Tiempo	4	20	
						Costo	3	9	
						Calidad	4	20	
TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO								58	

- **Implementación**

- **Actividades realizadas**

- Formulación y revisión de reglas.

- **Riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla IX
RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 4

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Falta de conocimiento en la formulación de reglas	Implementación	Identificar cuáles serían las reglas	Sistema/ documentación	5	Alcance	5	25	ALTO
						Tiempo	4	20	
						Costo	4	20	
						Calidad	4	20	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			
RE1 – 002	Diseño simple y sencillo	Diseño	Un diseño demasiado sencillo no cubre las cuestiones principales, con lo que hay que volver a diseñar e implementar	Sistema	4	Alcance	3	9	MEDIO
						Tiempo	4	20	
						Costo	4	20	
						Calidad	3	9	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			

- **Revisión del Sistema Experto**

- **Actividades realizadas**

- Se revisará el producto antes de realizar las pruebas correspondientes.

- **Riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla X
RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 5

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo	
RE1 – 002	Inadecuado desarrollo de la interfaz	Diseño	El desarrollo de una interfaz de usuario inadecuada requiere volver a diseñarla y a implementarla	Sistema	4	Alcance	3	9	MEDIO	
						Tiempo	4	20		
						Costo	3	9		
						Calidad	4	20		
TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO									58	

- **Pruebas de Software**

- **Actividades realizadas**

- Realizar las pruebas al software para constatar la funcionalidad correcta del sistema.

- **Riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

Tabla XI
RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA 6

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Funcionalidad del sistema	Prueba	Que la programación no sea la correcta	Reportes	5	Alcance	5	25	ALTO
						Tiempo	5	25	
						Costo	5	25	
						Calidad	5	25	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			
RE1 – 002	Que el cálculo no sea el esperado	Prueba	Que la formulación este mal dada.	Sistema	4	Alcance	3	9	MEDIO
						Tiempo	3	9	
						Costo	4	20	
						Calidad	5	25	
						TOTAL PROBABILIDAD POR IMPACTO			

ANEXO N° 03

MANUAL DE USUARIO

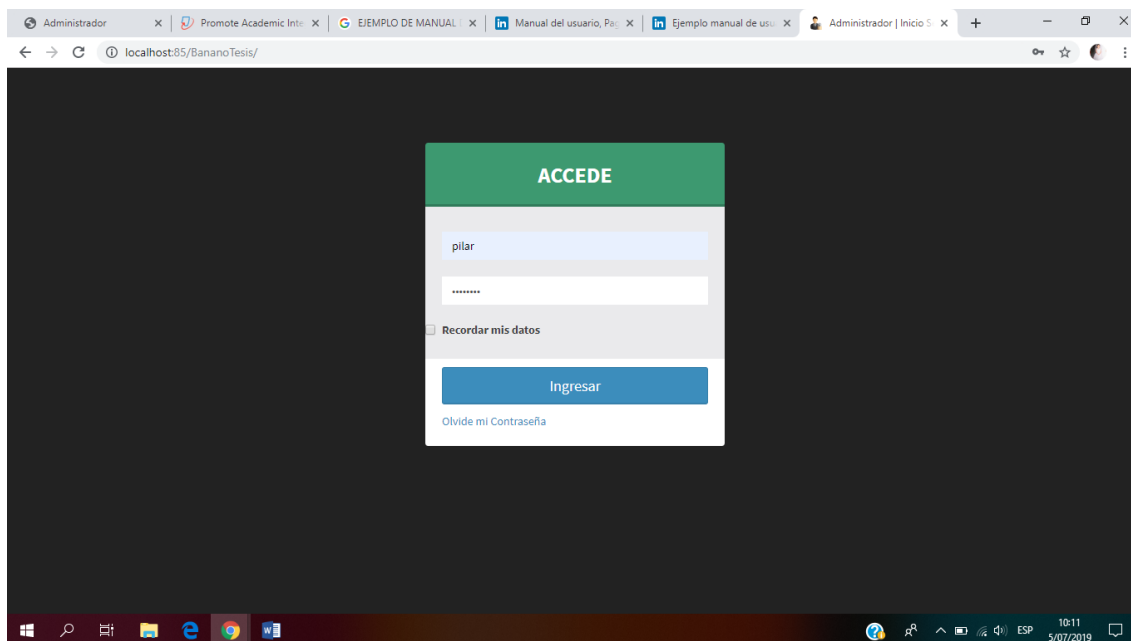
El presente manual de usuario tiene como finalidad dar a conocer de una manera detallada y sencilla la estructura de la Web del Fundo San Gregorio- Olmos para que el usuario tenga una ayuda y pueda saber qué hacer en cada módulo del sistema Web.

Objetivos:

- Brindar una descripción clara y detallada sobre el funcionamiento y uso de los distintos elementos del sistema Web del Fundo San Gregorio.
- Guiar al usuario en los diferentes módulos, para así poder apoyarlo en las acciones que realice en el sistema.

Iniciar Sistema:

Al iniciar el sistema se presenta la ventana de identificación de usuario en la cual se debe ingresar la contraseña de acceso al sistema. El formato de la pantalla de ingreso al sistema se presenta a continuación:



Usuario: ingrese en esta área el usuario de acceso al sistema.

Contraseña: ingrese en esta área la contraseña de acceso al sistema.

Recordar mis datos: esta opción es opcional, se activa cuando el usuario selecciona el icono y guarda su usuario y contraseña.

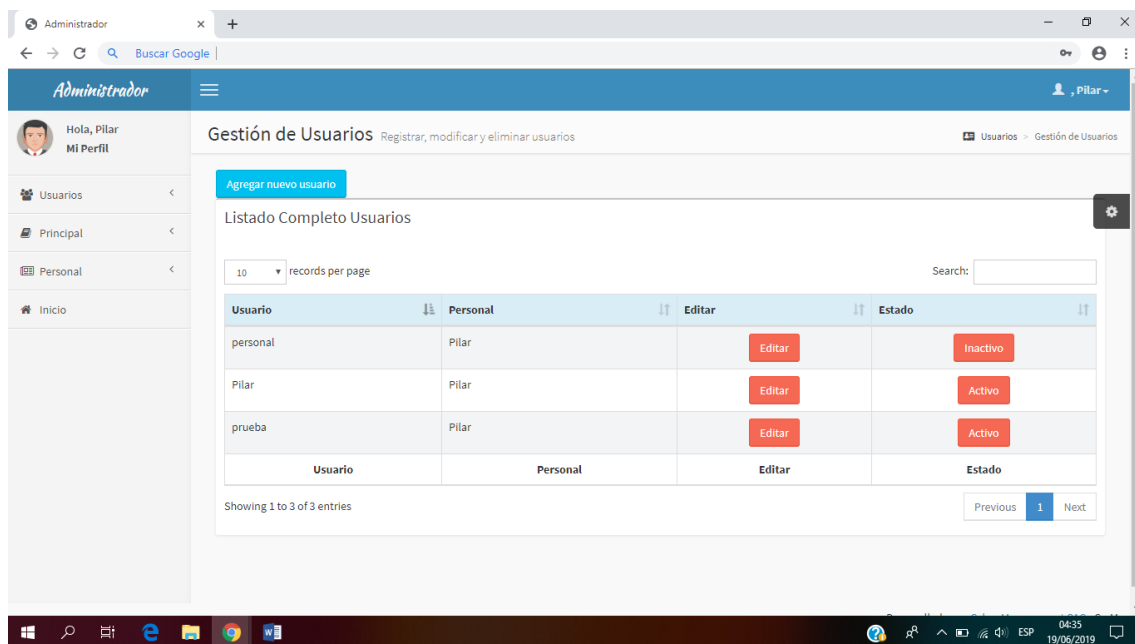
Ingresar: Haga un clic con el botón izquierdo del mouse sobre este comando para ingresar al sistema.

El sistema comprende cuatro módulos los cuales serán detallados a continuación:

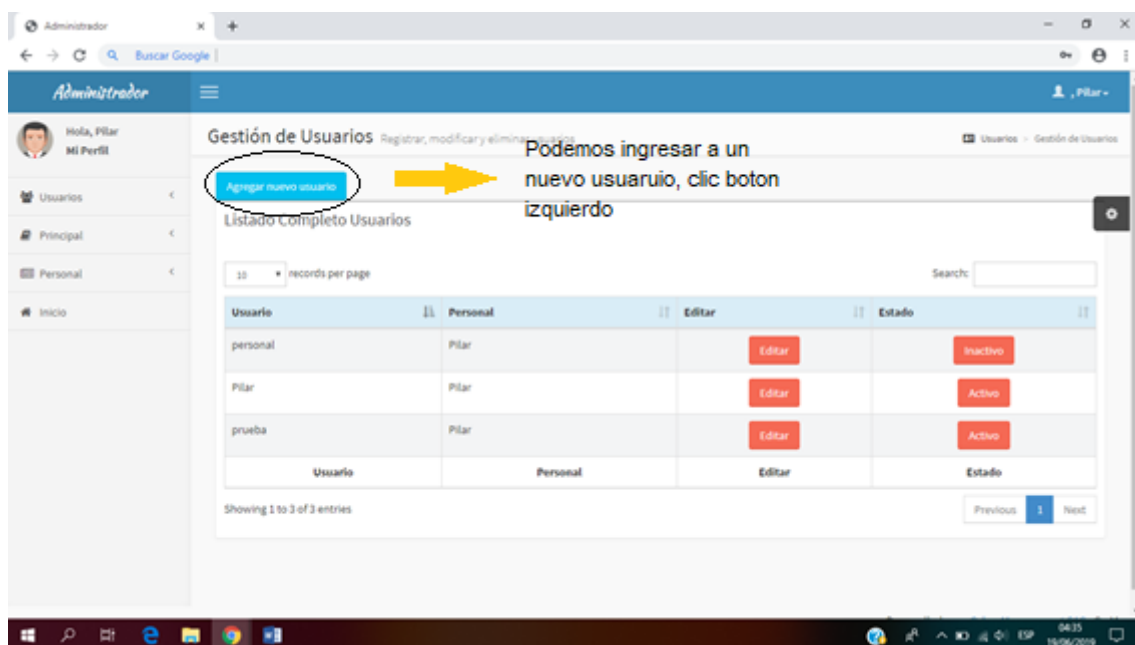
❖ **Módulo Usuarios:**

Dentro de este módulo se encuentran sub-módulos, los cuales permitirán realizar la gestión de usuario, gestionar tipo de usuarios y gestionar accesos.

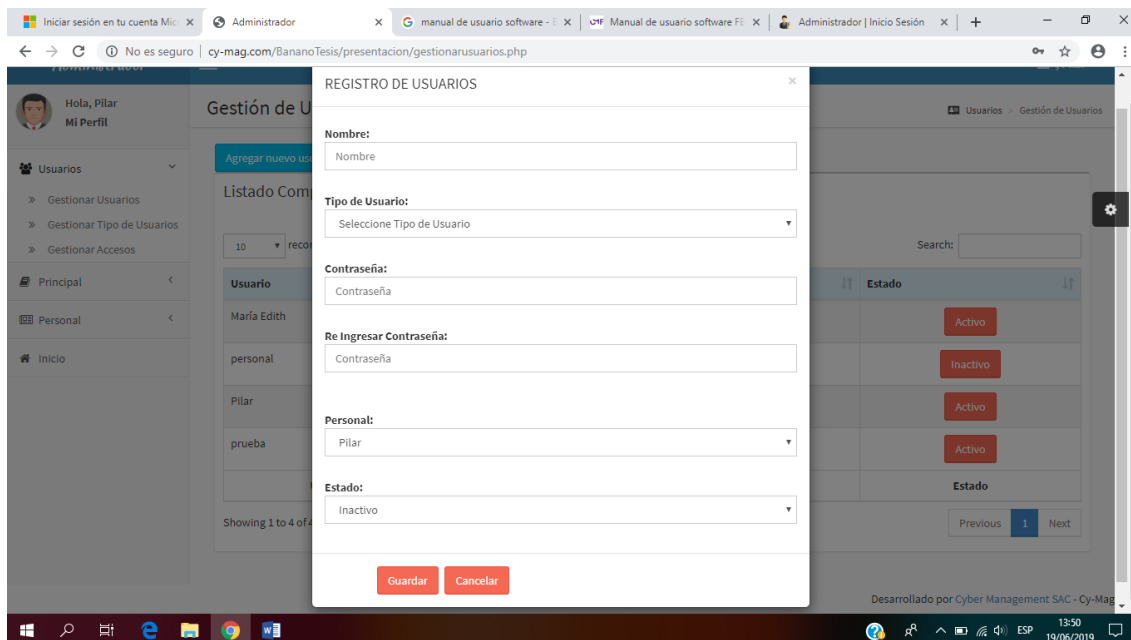
En el sub-módulo gestión de usuario; el administrador podrá Registrar, modificar y eliminar usuarios.



Para ingresar a un nuevo usuario hacemos clic en la pestaña Agregar nuevo usuario.



En esta pantalla podemos ingresar los datos del usuario (Nombre, tipo de usuario, contraseña, validamos nuevamente la contraseña, personal y estado). Clic izquierdo en el botón guardar para que el registro se guarde o si desea cancelar el registro de usuario, clic izquierdo botón cancelar y se cancelará el registro.



También en este sub-módulo podemos Editar y cambiar de estado al usuario del sistema, sí se desea realizar alguna modificación o corrección en los datos del usuario podremos utilizar esta opción.

A screenshot of a web browser displaying the "EDITAR USUARIOS" modal form. The form contains the following fields: "Nombre" (text input with "María Edith"), "Tipo de Usuario" (dropdown menu with "Administrador"), "Contraseña" (text input with "Contraseña" placeholder), "Re Ingresar Contraseña" (text input with "Contraseña" placeholder), "Personal" (dropdown menu with "Pilar"), and "Estado" (dropdown menu with "Inactivo"). At the bottom of the form are two red buttons: "Guardar" and "Cancelar". The background shows a user management interface with a table of users and their status (Activo/Inactivo).

En este sub-módulo Gestión de Tipo de Usuarios solo podrá acceder el administrador, el cual se encargará de realizar los cambios de los tipos de usuario que se puedan dar dentro del Fundo San Gregorio- Olmos. En este módulo también podrá registrar, modificar y eliminar usuarios.

The screenshot shows the 'Gestión de Tipo Usuarios' interface. The page title is 'Gestión de Tipo Usuarios' with a subtitle 'Registrar, modificar y eliminar tipos de usuarios'. The main content area is titled 'Listado Completo Usuarios'. It features a search bar and a 'records per page' dropdown set to 10. Below this is a table with the following data:

Nivel Usuario	Descripción	Editar	Estado
Administrador	Administrador del Sistema	Editar	Activo
Personal	Solo tendrá acceso al módulo de personal	Editar	Activo

At the bottom of the table, it says 'Showing 1 to 2 of 2 entries' and includes 'Previous', '1', and 'Next' navigation buttons.

En esta pantalla del sistema se ingresan los datos de los usuarios que podrán acceder al sistema, los cuales el administrador será el encargado de ingresar.

The screenshot shows the 'Gestión de Accesos' interface. The page title is 'Gestión de Accesos' with a subtitle 'Registrar, modificar y eliminar accesos'. The main content area is titled 'Listado Completo Accesos'. It features a search bar and a 'records per page' dropdown set to 10. Below this is a table with the following data:

Nivel Usuario	Menú	Estado	Editar
Administrador	Administrador del Sistema	Activo	Editar
Personal	Solo tendrá acceso al módulo de personal	Activo	Editar

At the bottom of the table, it says 'Showing 1 to 2 of 2 entries' and includes 'Previous', '1', and 'Next' navigation buttons.

El administrador podrá seleccionar en el menú los accesos permitidos para los usuarios.

EDITAR ACCESOS ✕

Nivel de Usuario:

Menú:

- Inicio +
- Personal +
- Principal +
- Usuarios +

Estado:

❖ Módulo Principal:

Este módulo comprende sub-módulos los cuales se detallan a continuación:

Gestionar datos generales:

En este módulo se detalla los datos del cultivo como son: el número de Plantas por hectáreas, el porcentaje de absorción, el peso por planta, los requerimientos Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), estado (Activo o Inactivo) y la fecha de registro. También podemos editar y eliminar los datos ingresados.

The screenshot displays the 'Gestionar datos generales' module. The sidebar on the left shows the user 'Hola, Pilar' and navigation options: 'Inicio', 'Personal', 'Principal', and 'Usuarios'. The main content area features a 'Nuevo Dato General' button and a table titled 'Listado de Datos Generales'. The table has columns for 'Plantas por Hectarea', '% de Absorción', 'Peso por Planta', 'Req N', 'Req P', 'Req K', 'Estado', and 'Fecha'. It contains two records: one with 1700 plants/hectare, 0.8% absorption, 50g weight, 8g N, 1.5g P, 25g K, and 'Activo' status; the other with 1800 plants/hectare, 0.5% absorption, 50g weight, 8g N, 1.5g P, 25g K, and 'Inactivo' status. Both records have 'Editar' and 'Eliminar' buttons. The table is paginated to show 2 records out of 2.

Plantas por Hectarea	% de Absorción	Peso por Planta	Req N	Req P	Req K	Estado	Fecha	Editar	Eliminar
1700	0.8	50	8	1.5	25	Activo	2019-06-17	Editar	Eliminar
1800	0.5	50	8	1.5	25	Inactivo	2019-06-17	Editar	Eliminar

En la siguiente pantalla podemos ingresar los datos generales que necesitaremos para que el sistema tome en cuenta antes de la fertilización.

EDITAR BANNERS



# Plantas por Hectarea: <input type="text" value="1700"/>	% de Absorción: <input type="text" value="0.8"/>	Peso por Planta: <input type="text" value="50"/>	Req N: <input type="text" value="8"/>
Req P: <input type="text" value="1.5"/>	Req K: <input type="text" value="25"/>	Estado: <input type="text" value="Activo"/>	Fecha: <input type="text" value="17/06/2019"/>

[Guardar](#) [Cancelar](#)

Gestionar terreno:

En el sub-módulo Gestionar terreno solo se listan todos los atributos o requerimientos con los que debe de contar el terreno como son: precipitación, temperatura, altitud, latitud, viento, acidez (PH), estos serán ingresados en el plan de fertilización.

Administrador

Hola, Pilar
MI Perfil

Usuarios

Principal

Personal

Inicio

Ballena, Pilar

Localhost:85/BananoTesis/presentacion/gestionarterreno.php

Administrador

Lista de Terrenos

Mostrar 10 registros

Buscar:

Precipitación	Temperatura	Altitud	Latitud	Viento	Acidez	Estado	Fecha
123	22	1000	18	22	6.5	Activo	2019-07-05
123	28	1100	20	20	7	Inactivo	2019-07-04
123	25	1200	16	20	7	Inactivo	2019-07-04
123	25	16	1200	20	7	Inactivo	2019-07-03
123	25	16	1600	20	7	Inactivo	2019-07-03
123	25	1200	1600	20	7	Inactivo	2019-07-03
123	30	1200	16	20	6.5	Inactivo	2019-07-03
123	25	1400	16	24	7	Inactivo	2019-07-02
123	25	1400	16	24	7	Inactivo	2019-05-31
Precipitación	Temperatura	Altitud	Latitud	Viento	Acidez	Estado	Fecha

Mostrando registros del 1 al 9 de un total de 9 registros

Anterior 1 Siguiente

10:25 5/07/2019

Gestionar Tipo Terreno:

En el sub-módulo Gestionar Tipo Terreno se muestra en la pantalla los campos que comprende el fundo San Gregorio, detallando cada nombre de cada campo, la cantidad de hectáreas y el estado en el que se encuentra.

Administrador

Hola, Pilar
Mi Perfil

Nuevo Tipo de Terreno

Listado de Tipo Terrenos

Mostrar 10 registros

Nombre	Hectareas	Estado	Fecha	Editar	Eliminar
1-2	1.5	Activo		Editar	Eliminar
A	1	Activo	2019-06-13	Editar	Eliminar
B	1.5	Activo		Editar	Eliminar
C	1	Activo	2019-06-17	Editar	Eliminar
D	1	Activo		Editar	Eliminar
M&E	1	Activo		Editar	Eliminar

Mostrando registros del 1 al 6 de un total de 6 registros

Anterior 1 Siguiente

Podemos ingresar un nuevo campo indicando los datos que te piden para el registro, si desea guardar el registro botón izquierdo en el botón guardar y si desea cancelar el registro botón izquierdo en la opción cancelar.

REGISTRO DE BANNER PRINCIPAL

Nombre:

Hectáreas:

Estado:

Fecha:

Gestionar estudio de suelo:

En el sub-módulo Gestionar estudio de suelo se lista cada estudio de suelo realizado e ingresado en el plan de fertilización.

Administrador

Hola, Pilar
Mi Perfil

Usuarios

Principal

- Gestionar Datos Generales
- Gestionar Terreno
- Gestionar Tipo Terreno
- Gestionar Estudio Suelo
- Gestionar Plan Fertilizacion

Personal

Inicio

Listado de Estudio Suelos

Mostrar: 10 registros

Buscar:

Valor N	Valor P	Valor K	Fecha del Estudio	Tiempo de Validez	Estado	Fecha
0	6	300	2019-07-01	1	Activo	2019-07-05
0	7	300	2019-06-29	1	Activo	2019-07-04
0	7.5	312	2019-07-01	2	Activo	2019-07-04
0	7.5	312	2019-06-30	2	Activo	2019-07-03
0	7.5	312	2019-06-28	2	Activo	2019-07-02

Mostrando registros del 1 al 5 de un total de 5 registros

Anterior 1 Siguiete

Gestionar Plan Fertilización:

En el sub-módulo Gestionar Plan Fertilización, en el botón nuevo plan de fertilización clic izquierdo. Registrar datos (son los atributos del terreno), si desea guardar los datos clic izquierdo en el botón Guardar de lo contrario botón Cancelar y se cancela el registro.

Administrador

Hola, Pilar
Mi Perfil

Usuarios

Principal

Personal

Inicio

REGISTRO DE DATOS

Precipitación: 123

Temperatura: 25

Altitud: 1200

Latitud: 16

Viento: 20

Acidez: 6.5

Guardar Cancelar

Cumplir	Cumplir
206.25 Kg	Cumplir
206.25 Kg	Cumplir
1-2 9 3 2019-10-07 2	Por Cumplir 1350 Kg 227.812 Kg 3165.75 Kg
1-2 9 3 2019-07-07 1	Por Cumplir 1350 Kg 227.812 Kg 3165.75 Kg
1-2 5 2 2019-10-12 2	Por Cumplir 1350 Kg 227.812 Kg 3165.75 Kg
1-2 5 2 2019-07-12 1	Por Cumplir 1350 Kg 227.812 Kg 3165.75 Kg
1-2 4 1 2019-10-08 2	Cumplir 1350 Kg 227.812 Kg 3165.75 Kg

Al guardar el registro el sistema indicará si los datos son correctos se podrá realizar la fertilización.

localhost:85 dice

Se puede Realizar Fertilización,
Proceda a guardar los datos del suelo

Aceptar

Ejecutando acción. Espere, por favor...

Guardar Cancelar

listado de Planes de Fertilización

Tipo Terreno	Analisis Experto	Analisis de Suelo	Fecha de Programación	N Prog	Estado	Total N	Total K	Total P	Cumplir
1-2	11	5	2019-07-06	1	Por Cumplir	1350 Kg	232.875 Kg	3206.25 Kg	Cumplir
1-2	10	4	2019-07-06	1	Por Cumplir	1350 Kg	229.5 Kg	3206.25 Kg	Cumplir

Y le indicara que si se puede fertilizar y proceda a guardar los datos del análisis del suelo, clic en Aceptar.

Registrar los datos del análisis del estudio de suelo e indicar la fecha en la que se realizó el análisis del suelo y cuantas veces se realizarán la fertilización. Luego clip izquierdo en el botón guardar si desea Guardar el registro en caso contrario Cancelar.

REGISTRO DE DATOS

valor N: 0 valor P: 7.5 valor K: 312 Fecha de Estudio: 26/06/2019

Tiempo de Validez: 2

Guardar Cancelar

Tipo Terreno	Analisis Experto	Analisis de Suelo	Fecha de Programación	N Prog	Estado	Total N	Total K	Total P	Cumplir
1-2	9	3	2019-10-07	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	9	3	2019-07-07	1	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	5	2	2019-10-12	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	5	2	2019-07-12	1	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	4	1	2019-10-08	2	Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir

Al guardar el registro saldrá un cuadro donde te indica que se puede realizar la fertilización y guardará los datos del plan de fertilización. Clic izquierdo en Aceptar y te pedirá la fecha que realizarás la fertilización, clic izquierdo en guardar, saldrá un mensaje que se realizó con éxito el plan de fertilización y se registra el plan de fertilización.

Administrador

Hola, Pilar
Mi Perfil

Usuarios

Principal

Personal

Inicio

REGISTRO DE DATOS

Fecha a Realizar:
10/07/2019

Guardar Cancelar

Tipo Terreno	Analisis Experto	Analisis de Suelo	Fecha de Programación	N Prog	Estado	Total N	Total K	Total P	Cumplir
1-2	10	4	2019-07-06	1	Por Cumplir	1350 Kg	229.5 Kg	3206.25 Kg	Cumplir
1-2	9	3	2019-10-07	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	9	3	2019-07-07	1	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	5	2	2019-10-12	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	5	2	2019-07-12	1	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	4	1	2019-10-08	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir

Administrador

Hola, Pilar
Mi Perfil

Usuarios

Principal

Personal

Inicio

Nuevo Plan de Fertilizacion

Listado de Planes de Fertilizacion

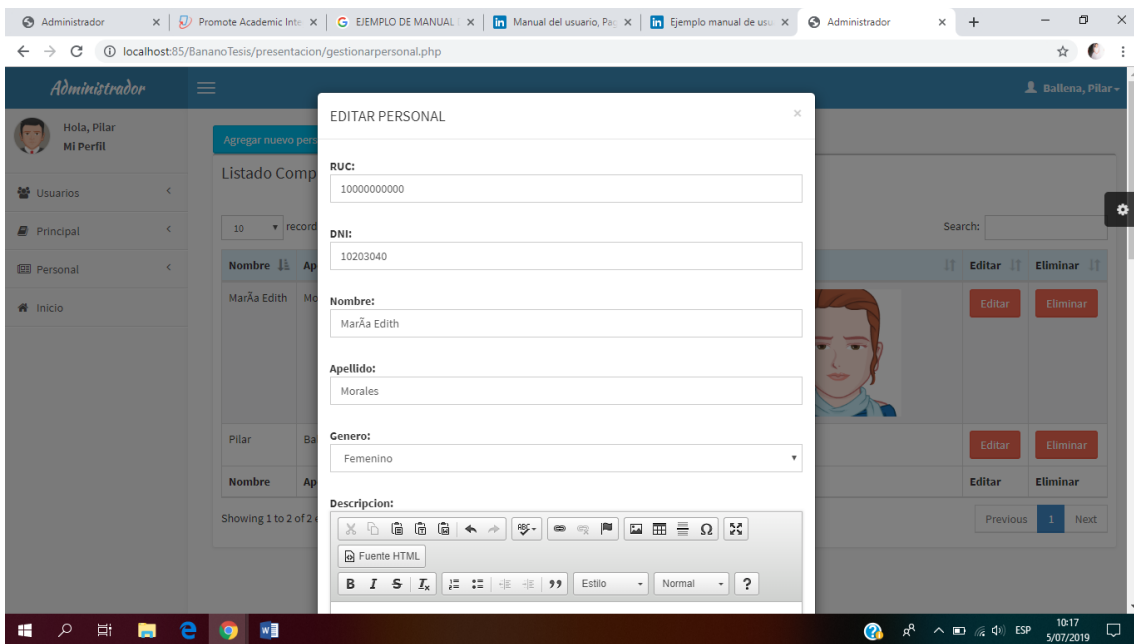
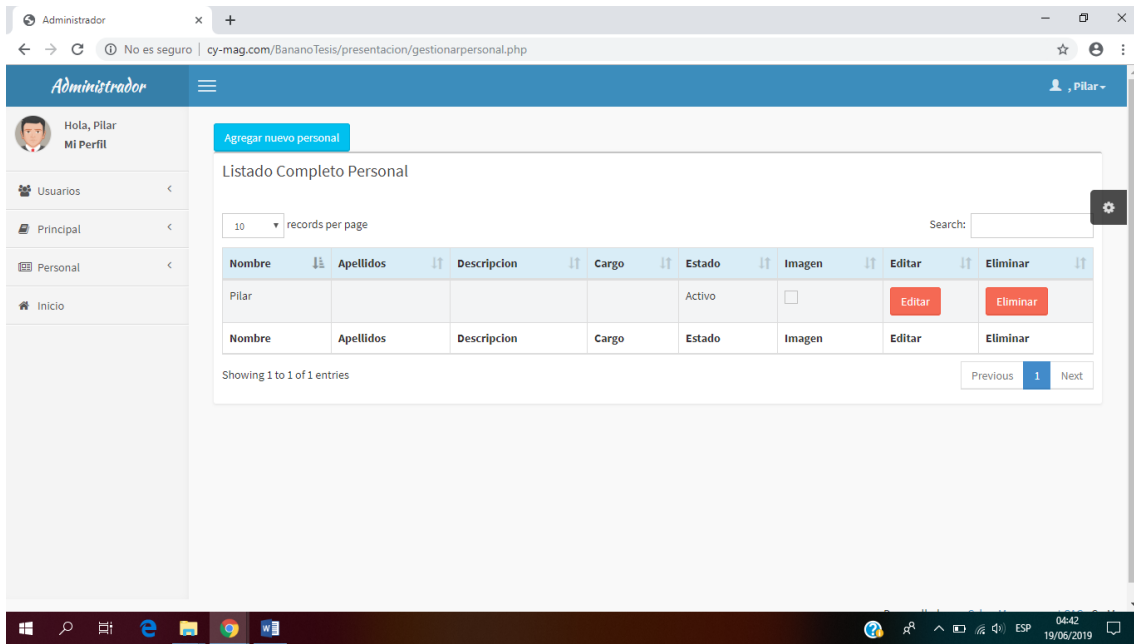
Mostrar 10 registros

Buscar:

Tipo Terreno	Analisis Experto	Analisis de Suelo	Fecha de Programación	N Prog	Estado	Total N	Total K	Total P	Cumplir
1-2	13	6	2019-10-10	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	13	6	2019-07-10	1	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	11	5	2019-07-06	1	Por Cumplir	1350 Kg	232.875 Kg	3206.25 Kg	Cumplir
1-2	10	4	2019-07-06	1	Por Cumplir	1350 Kg	229.5 Kg	3206.25 Kg	Cumplir
1-2	9	3	2019-10-07	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	9	3	2019-07-07	1	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir
1-2	5	2	2019-10-12	2	Por Cumplir	1350 Kg	227.812 Kg	3165.75 Kg	Cumplir

Módulo Personal:

En el módulo Personal se ingresan los datos del personal que estará encargado de utilizar la aplicación.



ANEXO N° 04

REQUERIMIENTOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Requerimientos de Hardware

Para un buen funcionamiento y desempeño en el **SISTEMA**, el usuario deberá cumplir con los siguientes requerimientos de hardware que a continuación se especifican:

Requerimiento de Microprocesador

Óptimo: Procesador Intel Core I3

Mínimo: Procesador Intel Pentium IV

Requerimiento de Memoria RAM

Óptimo: 4 Gb

Mínimo: 512 Mb

Si usted no cuenta con estos requerimientos es posible que el sistema opere, pero se advierte que puede tener resultados no deseados.

Requerimiento de Software

Para un buen funcionamiento y desempeño en el **SISTEMA**, el usuario deberá cumplir con los siguientes requerimientos de software que a continuación se especifican:

Sistema Operativo

Microsoft Windows XP/Win7/Win8/ o superiores.

Linux (Todas las versiones)

32 bits/ 64 bits de acuerdo al tipo de sistema

Navegador Web

Mozilla Firefox versión 35 a +

Google Chrome versión 47 a +



ANEXO N° 05**TEST DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA****1. ACCESIBILIDAD**

1.1. ¿Se presentó algún problema al ingresar al sistema con su nombre de usuario y contraseña?

SI () NO ()

2. FUNCIONALIDAD

2.1. ¿Tuvo algún problema al realizar alguna de las actividades en los siguientes módulos?

- Ingreso al Sistema SI () NO ()
- Gestionar usuario SI () NO ()
- Gestionar tipo de usuario SI () NO ()
- Gestión de accesos SI () NO ()
- Gestionar datos generales SI () NO ()
- Gestionar tipo de terreno SI () NO ()
- Gestionar estudio de suelo SI () NO ()
- Gestionar plan de fertilización SI () NO ()

2.2. ¿Tuvo algún problema al realizar estas actividades dentro de los módulos?

- Agregar Nuevo usuario SI () NO ()
- Registrar usuario SI () NO ()
- Modificar usuario SI () NO ()
- Eliminar usuario SI () NO ()
- Agregar nuevo tipo de usuario SI () NO ()
- Registrar tipo de usuario SI () NO ()
- Modificar tipo de usuario SI () NO ()
- Eliminar tipo de usuario SI () NO ()
- Registrar acceso SI () NO ()
- Modificar acceso SI () NO ()
- Eliminar acceso SI () NO ()
- Nuevo dato general SI () NO ()
- Registrar datos generales SI () NO ()
- Modificar datos generales SI () NO ()
- Eliminar datos generales SI () NO ()
- Nuevo tipo de terreno SI () NO ()
- Registrar tipo de terreno SI () NO ()
- Modificar tipo de terreno SI () NO ()

- Eliminar tipo de terreno SI () NO ()
- Nuevo plan de fertilización SI () NO ()

2.3. ¿Considera que la aplicación le permite realizar sus actividades de manera más rápida, eficiente y confiable?

SI () NO ()

3. DISEÑO Y PRESENTACIÓN

3.1. ¿Considera que la interfaz de la aplicación es intuitiva (fácil de utilizar)?

SI () NO ()

3.2. ¿Considera que la interfaz de la aplicación es fácil y sencilla?

SI () NO ()

3.3. ¿Considera que la interfaz de la aplicación es amigable?

SI () NO ()

3.4. ¿Considera que los colores en indicar el estado de la fertilización son los correctos?

SI () NO ()

3.5. ¿Está de acuerdo con el tipo, tamaño y color de letra utilizada en la aplicación?

SI () NO ()

3.6. ¿El tiempo de respuesta de la aplicación Web es rápido?

SI () NO ()

3.7. ¿El sistema funciona correctamente?

SI () NO ()

ANEXO N° 06
UBICACIÓN DEL FUNDO SAN GREGORIO- OLMOS



ANEXO N° 07





