

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



### TESIS DE GRADO

#### “SISTEMA EXPERTO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCION DE FIBRA DE CONEJO ANGORA”

Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas  
MENCIÓN: INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES

Postulante : Alvaro Bruno Arratia Sumi  
Tutor Metodológico : M. Sc. Lic. Ing. Marisol Arguedas Balladares  
Tutor Especialista : Lic. Margarita Bernarda Lopez Mariaca  
Tutor Revisor : M. Sc. Lic. Adrian Eusebio Quisbert Vilela

EL ALTO – BOLIVIA

2024

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, **Alvaro Bruno Arratia Sumi**, estudiante con **C.I. 12699557 LP** mediante la presente declaro de manera pública que la propuesta del **TESIS DE GRADO** titulada "**SISTEMA EXPERTO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCION DE FIBRA DE CONEJO ANGORA**" es original, siendo resultado de mi trabajo personal y no constituye una copia o replica de trabajos similares elaborados,

Autorizo la publicación del resumen de mi propuesta en internet y me comprometo a responder a todos los cuestionamientos que se desprenden de su lectura.

Asimismo, me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquiera irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que la **TESIS DE GRADO** haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas legales que se deriven de ello sometiéndome a las normas establecidas y vigentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

El Alto, 12 junio del 2024.



.....  
Alvaro Bruno Arratia Sumi  
C.I. 12699557 LP

## DEDICATORIA

*A mis padres, por apoyarme en cada paso que doy para mejorar como persona y profesional.*

*También quiero expresar mi gratitud a todas las personas que me han brindado su apoyo durante este camino.*

*Alvaro Arratia*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por su apoyo constante e incondicional que me han brindado en cada etapa de mi vida.

A mis Tutores por su paciencia, su apoyo, su tiempo y conocimiento en el transcurso del desarrollo y culminación de la presente Tesis de Grado.

A todas las personas que me brindaron apoyo durante mi etapa de estudios, dándome aliento.

## ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I .....	1
1. MARCO PRELIMINAR .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. ANTECEDENTES .....	2
1.2.1. Antecedentes Internacionales .....	3
1.2.2. Antecedentes Nacionales.....	4
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
1.3.1. Problema Principal .....	5
1.3.2. Problemas Secundarios .....	6
1.3.3. Formulación del Problema .....	6
1.4. OBJETIVO .....	7
1.4.1. Objetivo General .....	7
1.4.2. Objetivos Específicos .....	7
1.5. HIPÓTESIS .....	7
1.5.1. Identificación de Variables .....	8
1.5.2. Conceptualización de Variables .....	8
1.5.3. Operacionalización de Variables.....	9
1.6. JUSTIFICACIÓN .....	9
1.6.1. Justificación Científica.....	9
1.6.2. Justificación Técnica .....	10
1.6.3. Justificación Económica .....	10
1.6.4. Justificación Social .....	10
1.7. METODOLOGÍA .....	11
1.7.1. Método Científico .....	11
1.7.2. Metodología Buchanan de Desarrollo del Sistema.....	11
1.7.3. Métricas de Calidad .....	12
1.7.4. Método de Estimación de Costos.....	12
1.7.5. Pruebas de Software.....	12
1.8. HERRAMIENTAS.....	12
1.9. LÍMITES Y ALCANCES.....	13
1.9.1. Límites.....	13
1.9.2. Alcances .....	13
1.10. APORTES .....	14

CAPITULO II .....	15
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. SISTEMA .....	15
2.2. SISTEMA EXPERTO .....	15
2.2.1. Componentes de un Sistema Experto.....	16
2.2.1.1. Experto Humano.....	17
2.2.1.2. Ingeniero del Conocimiento.....	17
2.2.1.3. Base de Conocimientos.....	17
2.2.1.4. Representación del Conocimiento.....	18
2.2.1.5. Mecanismo de Razonamiento.....	18
2.2.1.6. Reglas.....	18
2.2.1.7. Motor de Inferencia.....	19
2.2.1.8. Interfaz de Usuario.....	19
2.3. METODOLOGÍA BUCHANAN.....	19
2.3.1. Identificación.....	20
2.3.2. Conceptualización.....	21
2.3.3. Formalización.....	21
2.3.4. Implementación.....	22
2.3.5. Validación.....	23
2.4. MÉTODO CIENTÍFICO .....	24
2.4.1. Identificación del Problema .....	24
2.4.2. Revisión de la Literatura .....	24
2.4.3. Hipótesis .....	25
2.4.4. Experimentación .....	25
2.4.5. Resultado.....	25
2.5. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN .....	25
2.6. CONEJO .....	25
2.6.1. Razas de Conejos.....	26
2.6.1.1. Angora Inglés.....	26
2.6.1.2. Angora Francés.....	26
2.6.1.3. Angora Gigante.....	27
2.6.1.4. Satén Angora.....	27
2.6.1.5. Zorro Suizo.....	27
2.6.2. Características Conejos Angora.....	27
2.6.2.1. Descripción de la Fibra de Angora.....	28

2.6.2.2.	Características Físicas del Pelo de Angora.....	28
2.6.3.	Producción de Conejo.....	30
2.6.3.1.	Explotación Campesina. ....	30
2.6.3.2.	Explotación Industrial.....	30
2.6.4.	Reproducción.....	30
2.6.4.1.	Edad para la Cubrición.....	30
2.6.4.2.	Elección de Reproductores. ....	31
2.6.4.3.	El Celo. ....	31
2.6.4.4.	Acoplamiento. ....	32
2.6.4.5.	Conejas que Puede Abastecer un Macho. ....	32
2.6.4.6.	Número de Partos Por Coneja y Año. ....	32
2.6.4.7.	Gestación.....	33
2.6.4.8.	Parto y Lactancia. ....	33
2.6.4.9.	Cuidados a los Gazapos. ....	33
2.6.4.10.	Destete. ....	34
2.6.5.	Alimentación.....	34
2.6.5.1.	Alimento Balanceado. ....	35
2.6.5.2.	Proteínas.....	35
2.6.5.3.	Grasas. ....	36
2.6.5.4.	Alimento Vegetal. ....	36
2.6.5.5.	Vitaminas. ....	36
2.6.5.6.	Minerales. ....	37
2.6.6.	Proceso de Obtención de Pelo de Conejo.....	37
2.6.6.1.	La Esquila. ....	37
2.7.	HERRAMIENTAS.....	38
2.7.1.	Python.....	38
2.7.2.	HTML.....	39
2.7.3.	CSS.....	39
2.8.	NORMA ISO/IEC 25000.....	40
2.8.1.	Estructura de la Norma ISO/IEC 25000.....	40
2.8.2.	Características de la ISO/IEC 25000.....	41
2.9.	MODELO DE COSTOS COCOMO II.....	42
2.9.1.	Ecuaciones de COCOMO II.....	43
2.10.	PRUEBAS UNITARIAS.....	46
2.11.	PRUEBAS FUNCIONALES.....	46

CAPITULO III .....	47
3. MARCO APLICATIVO.....	47
3.1. DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO .....	47
3.1.1. Identificación.....	47
3.1.2. Conceptualización.....	48
3.1.2.1. Base de Hechos.....	49
3.1.3. Formalización.....	51
3.1.3.1. Interacción Entre Componentes.....	51
3.1.3.2. Identificación de Variables.....	52
3.1.3.3. Reglas.....	55
3.1.4. Implementación.....	59
3.1.4.1. Descripción del Sistema.....	59
3.1.5. Testeo o Pruebas.....	61
3.2. MÉTRICAS DE CALIDAD .....	70
3.2.1. Norma ISO/IEC 25000 .....	70
3.2.1.1. Funcionalidad.....	70
3.2.1.2. Confiabilidad.....	71
3.2.1.3. Usabilidad.....	72
3.2.1.4. Eficiencia.....	73
3.2.1.5. Mantenibilidad.....	73
3.2.1.6. Portabilidad.....	74
3.2.1.7. Resultado Global.....	75
3.3. EVALUACIÓN DE COSTOS .....	76
3.3.1. Cocomo II.....	76
3.3.1.1. Costo del Software.....	76
3.3.1.2. Costo Desarrollo del Sistema.....	78
3.3.1.3. Costo Total.....	79
CAPITULO IV .....	80
4. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	80
4.1. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS .....	80
4.1.1. Planteamiento de la Hipótesis.....	80
4.1.2. Estimación de la Muestra.....	80
4.1.3. Datos Estadísticos .....	81
4.1.4. Comprobación de la Hipótesis .....	82
CAPITULO V .....	86

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
5.1. CONCLUSIONES .....	86
5.2. RECOMENDACIONES .....	86
BIBLIOGRAFÍA .....	88
ANEXOS .....	90

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Conceptualización de variables.....	8
Tabla 2. Operacionalización de variables .....	9
Tabla 3. Familia ISO/IEC 25000 .....	40
Tabla 4. Estimación de esfuerzo.....	44
Tabla 5. Variables de entrada.....	52
Tabla 6. Variables de salida.....	54
Tabla 7. Base de reglas del sistema.....	55
Tabla 8. Prueba de Reglas de Inferencia.....	62
Tabla 9. Prueba de Campos del formulario.....	62
Tabla 10. Prueba de Datos de Entrada.....	63
Tabla 11. Prueba del Manejo de Errores .....	63
Tabla 12. Prueba de Interfaz de Usuario .....	64
Tabla 13. Caso de uso ingreso al sistema .....	65
Tabla 14. Caso de uso ingrese al formulario.....	66
Tabla 15. Caso de uso rellenado de información.....	67
Tabla 16. Caso de uso validación del formulario.....	68
Tabla 17. Caso de uso ver el diagnostico .....	69
Tabla 18. Preguntas para obtener el grado de funcionalidad.....	70
Tabla 19. Preguntas para obtener el grado de usabilidad.....	72
Tabla 20. Preguntas para obtener el grado de eficiencia.....	73
Tabla 21. Valore para Determinar la Mantenibilidad .....	74
Tabla 22. Calidad global .....	75
Tabla 23. Costo de elaboración del sistema .....	78
Tabla 24. Costo total del sistema.....	79
Tabla 25. Muestra de producción de fibra.....	82

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Componentes de un sistema experto .....	16
Figura 2. Fases y relaciones de la metodología Buchanan.....	20
Figura 3. Conceptualización en el desarrollo del sistema experto .....	21
Figura 4. Fase de formalización.....	22
Figura 5. Fase de implementación en el desarrollo del sistema experto.....	22
Figura 6. Red completamente comunicada.....	23
Figura 7. Pasos del Método Científico. ....	24
Figura 8. Arquitectura del sistema experto.....	47
Figura 9. Participantes del sistema experto .....	48
Figura 10. Adquisición de conocimientos.....	49
Figura 11. Variables fundaméntale del Sistema Experto. ....	50
Figura 12. Estructura de producción de fibra .....	51
Figura 13. Estructura de producción de fibra con el sistema.....	52
Figura 14. Página de inicio del Sistema Experto.....	60
Figura 15. Formulario del sistema.....	60
Figura 16. Resultado del sistema experto.....	61
Figura 17. Casos de uso del usuario .....	64
Figura 18. Tabla t Student .....	84
Figura 19. Región de aceptación y rechazo de t-Student .....	85

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1. Líneas de código estimadas en miles.....	43
Ecuación 2. Esfuerzo de desarrollo .....	43
Ecuación 3. Tiempo de desarrollo.....	43
Ecuación 4. Productividad .....	43
Ecuación 5. Número de personas promedio .....	43
Ecuación 6. Coste de mano de obra .....	43
Ecuación 7. Confiabilidad .....	71
Ecuación 8. Mantenibilidad .....	73
Ecuación 9. Portabilidad .....	74
Ecuación 10. Estimación de muestra.....	80
Ecuación 11. T Student.....	82

## RESUMEN

El presente trabajo propone el desarrollo de un Sistema Experto para optimizar el proceso de producción de fibra de Conejo angora, de manera que ayude a optimizar la eficiencia y efectividad de los procesos productivos mediante el analizar datos y la provisión de recomendaciones precisas. La adquisición del conocimiento se realiza recopilando una variedad de datos sobre el tema, consultando a un experto en el área de zootecnia el cual proporcione su conocimiento, por medio de entrevistas estructuradas como no estructuradas, así como por documentación relacionados a la producción de fibra de conejo. Para el desarrollo de la tesis se utilizaron dos métodos, la metodología Buchanan para la creación del sistema y el método científico para el desarrollo de la investigación junto con la prueba T-Student para demostrar la Hipótesis mediante la base al registro de la producción de fibra de conejo angora con y sin el uso del sistema.

**Palabras clave:** Sistema Experto, Producción de Fibra, Conejo Angora.

## ABSTRACT

This work proposes the development of an Expert System to optimize the Angora Rabbit fiber production process, so that it helps optimize the efficiency and effectiveness of the production processes by analyzing data and providing precise recommendations. The acquisition of knowledge is carried out by compiling a variety of data on the topic, consulting an expert in the area of zootechnics who provided his knowledge, through structured and unstructured interviews, as well as through documentation related to fiber production. rabbit. For the development of the thesis, two methods were used, the Buchanan methodology for the creation of the system and the scientific method for the development of the research along with the T-Student test to demonstrate the Hypothesis based on the recording of fiber production of angora rabbit with and without the use of the system.

**Keywords:** Expert System, Fiber Production, Angora Rabbit.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO PRELIMINAR**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad es imprescindible asumir las condiciones que son emergentes del desarrollo tecnológico en todos los ámbitos del conocimiento. Tomando en cuenta que “La Inteligencia Artificial es una rama de la teoría de la computación que incluye áreas tales como el razonamiento automático, la demostración de teoremas, los sistemas expertos, el procesamiento de lenguaje natural, robótica, lenguajes y ambientes de IA, aprendizaje, redes neuronales, algoritmos genéticos. (López, 2007), para la presente investigación se asume como antecedente del análisis una parte de esta rama, como son los sistemas expertos.

Comprendiendo que el Sistema Experto es un software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema, almacena conocimientos de expertos para un campo determinado y soluciona un problema mediante la deducción lógica de conclusiones. El campo de Sistemas Expertos tiene mayor número de aplicaciones prácticas en el área de la Inteligencia Artificial, siendo dichas aplicaciones de utilidad en distintas áreas. Por tanto, el presente trabajo plantea el desarrollo de un Sistema Experto que permita optimizar el proceso de producción de fibra de conejo angora.

Para el desarrollo del presente trabajo se emplea el método científico, que sirve para la organización del proceso de investigación, que consta de los siguientes pasos: Identificación del problema, revisión de la literatura, Hipótesis, Experimentación, Resultado.

La tesis del presente trabajo se formula en base a la formulación del problema sustentado en la producción de fibra de conejo angora, donde se carece de información completa o puede ser contradictoria, es decir que las variables analizadas puedan generar información que se comporta de manera contraria, confundiendo al momento de tomar

decisiones. Por esta razón se considera que los problemas de producción sean tratados a través del razonamiento lógico de un Sistema Experto, con una base de conocimiento adquirida por un experto humano.

La metodología planteada en el desarrollo del Sistema Experto es la metodología Buchanan basado en adquirir información, conocimientos teóricos asumidos mediante libros y el conocimiento de expertos. Esta metodología se sustenta en la constante relación entre el Ingeniero de Conocimiento y el Experto Humano del área, destacando cinco etapas fundamentales: Identificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y Validación.

Asimismo, se destaca que las herramientas que se utilizaran para la programación del sistema se fundamentan en el lenguaje de alto nivel de programación nominado Python, además HTML y CSS como lenguaje de programación para el desarrollo de plantillas.

## **1.2. ANTECEDENTES**

El desarrollo del conocimiento científico ha potenciado de gran manera la capacidad de innovación y emprendimiento del ser humano. La revolución industrial es una clara muestra de esta capacidad potenciada, la cual tiene como resultado el incremento de la producción, mejorando los procesos productivos en los diferentes rubros, desarrollando e innovando maquinaria más eficiente con la implementación de tecnología más apropiada.

Uno de los rubros más desarrollados es el textilero que durante los últimos años ha intensificado la búsqueda de la generación de materia prima, que es la fibra o el pelo de origen natural, por lo cual se han ido realizando muchos trabajos con el fin de reforzar la producción de fibra y proporcionar mejores métodos para este objetivo en particular.

En este sentido, se ha ido implementando desarrollos tecnológicos en los procesos productivos mencionados, elaborando sistemas lógicos informáticos que permiten mejorar procesos y controlarlos de forma adecuada. Aunque estos tipos de sistemas están dotados con el conocimiento humano, ellos nunca reemplazarán la experiencia humana; dado que, como el mismo humano, los sistemas exigen frecuentemente supervisión y actualización del conocimiento, por consiguiente, continúan siendo importantes para asegurar la validez del sistema.

En este marco de observaciones, se han desarrollados los sistemas expertos que reflejan el desarrollo tecnológico de la mano de la experiencia de técnicos con amplio conocimiento práctico en el conocimiento específico. En el presente trabajo se cuenta con un experto en el área de zootecnia que brindará el conocimiento solicitado para la elaboración del trabajo.

### **1.2.1. Antecedentes Internacionales**

Como es de conocimiento general, el desarrollo tecnológico para la elaboración de sistemas expertos en el rubro de estudio de la presente investigación, tiene numerosos antecedentes de los cuales se acude a los más próximos detallados a continuación

- El trabajo titulado: " Sistema de gestión con visualización para conservación de la cría y producción de conejos", desarrolla un sistema de archivo y gestión del conocimiento reproducible de la producción conejo. Con un enfoque de 3 etapas, esto incluye una etapa de recopilación y conceptualización del conocimiento, una etapa de revisión del conocimiento para validar la autenticidad y relevancia del conocimiento recopilado para su propósito previsto y una etapa de diseño de prototipo que adopta el uso de flujos de trabajo conceptuales de lenguaje de modelado unificado, gráficos de ontología y sistema de marco. Implementó en una aplicación móvil con XML y Java en el entorno

de desarrollo de Android 3.0.2 Studio mientras se adopta el modelo de desarrollo de software en forma de V. (Temitayo , Surendra , & Oludayo, 2019).

En este entendido se asume las 3 etapas:

- 1) Recopilación y conceptualización del conocimiento
- 2) Revisión del conocimiento que valide la autenticidad y relevancia del conocimiento
- 3) Diseño de prototipo adoptando el uso de flujos de trabajo

Además, de considerar el uso de UML (Lenguaje Unificado de Modelado), gráficos de ontología y sistema de marco, para el diseño del sistema experto propuesto.

Con el objeto de asumir los parámetros iniciales para la construcción del sistema se ha seleccionado como antecedente para la cría de conejos el siguiente trabajo

- En su trabajo “Selección genética de conejos gers”, desarrollar un software que ayude a elegir el mejor ejemplar para aumentar la producción, así como administrar el consumo de alimento de los ejemplares y la evolución de los mismos en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia en el caso de los machos; con las hembras la prolificidad y la capacidad de criar los conejos jóvenes. (Reyna, Noguez, Hernández, & Cortés, 2014)

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales**

Con el objeto de contextualizar la presente investigación como antecedente se acude a los siguientes trabajos:

- El proyecto titulado:” Diseño de un sistema integrado para el procesamiento de productos derivados del conejo angora” diseñar un sistema de producción para el mayor aprovechamiento de recursos de manera sustentable que se ajusten a las

necesidades de los cunicultores de la comunidad Tuni y la asociación de artesanos. (ANA S., 2017)

Este trabajo facilita la información necesaria para la implementación de emprendimiento cunicultores, que aportan con la definición de las variables más relevantes para el diseño, contextualizado en ámbitos nacionales como es la comunidad Tuni. Que plantea el aprovechamiento de los derivados de la crianza de conejo angora, haciendo viable este tipo de producción.

- En el trabajo titulado “El plan de Asignatura y Plan de secuencia didáctica, Producción de Animales Menores”, es un sistema de producción de pequeños y grandes productores, importante en la economía y estrategia de producción del campesino, que le permite el aprovechamiento óptimo de sus recursos, haciendo énfasis en la explotación de animales menores que comprende la cunicultura. (JULIA M., 2022).

Este trabajo facilita información del aprovechamiento óptimo de los recursos en la crianza de animales menores como es la cunicultura en el entorno nacional, esta información permite establecer una base para la elaboración del sistema que es objeto de la investigación

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Después de realizar el análisis de la situación actual en la que se realiza la producción de conejos angora, se ha identificado los siguientes problemas.

#### **1.3.1. Problema Principal**

En las indagaciones iniciales los emprendimientos dedicados a la crianza y producción empírica de animales menores, en comunidades periurbanas de la ciudad de El Alto y Viacha, se ha podido establecer una carencia de conocimientos técnicos, lo que genera numerosas actividades dentro del proceso de producción y un uso inadecuado de recursos, lo cual se

refleja en el incremento de los costos y la reducción de la producción. En estas circunstancias hace que el emprendimiento en la mayoría de los casos no sea viable.

La baja producción es un rasgo común en los emprendimientos empíricos, por simple prueba y error que no permite establecer procesos que generen la adecuada implementación de equipos y suministros en los momentos más requeridos según el criterio experto.

La ausencia de un guía experto en la producción de fibra de conejo angora impide optimizar las condiciones de producción, lo que dificulta satisfacer la demanda del mercado. Esto hace que estos emprendimientos no sean considerados actualmente.

### **1.3.2. Problemas Secundarios**

Asumiendo la problematización arriba mencionada se puede puntualizar los problemas de la siguiente manera:

- Existe gran cantidad de información para la crianza de conejos, la cual no es bien categorizada a momento de poner en práctica el proceso de crianza, generando confusión a momentos de tomar decisiones.
- La crianza empírica de conejo impide generar procesos eficientes en base a criterios expertos.
- La elección inadecuada de herramientas de información, procesos y procedimientos dificulta el desarrollo del sistema.

En base a estas consideraciones se plantea la siguiente pregunta de investigación:

### **1.3.3. Formulación del Problema**

¿Cómo optimizar los procesos de producción de fibra de conejo angora que mejore la productividad?

## **1.4. OBJETIVO**

### **1.4.1. Objetivo General**

Desarrollar un Sistema Experto que optimice el proceso de producción de fibra de conejo angora que mejore la productividad.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Establecer las características relevantes de la crianza de conejo angora destinados a la producción de fibra para determinar los requerimientos principales para la estructura del sistema experto.
- Determinar las condiciones técnicas necesarias para optimizar el proceso productivo de la crianza de conejos angora destinados a la producción de fibra.
- Elegir la herramienta apropiada para el desarrollo del Sistema Experto, por medio de un estudio de las características de los principales lenguajes de programación de Inteligencia Artificial (IA) de software libre.

## **1.5. HIPÓTESIS**

$H$ : El Sistema Experto optimiza el proceso de producción de fibra de conejo angora que mejora la productividad.

$H_0$ : El Sistema Experto no optimiza el proceso de producción de fibra de conejo angora que no mejora la productividad.

$H_A$ : Optimizando el proceso de producción de fibra de conejo angora mediante un Sistema Experto se observará una mejora significativa en la productividad.

### 1.5.1. Identificación de Variables

**Variable independiente:** Nivel del proceso de producción

**Variable dependiente:** Mejora de la productividad.

**Variable interviniente:** Desarrollo del Sistema Experto.

### 1.5.2. Conceptualización de Variables

**Tabla 1.**

*Conceptualización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>
Nivel del proceso de producción.	El nivel del proceso de producción se refiere al tipo de tecnología aplicado en la crianza de conejos sea esta: empírica (asumido de la práctica) o experta (asumida por criterios expertos)
Mejora de la productividad.	La productividad es el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida, identificando niveles más apropiados.
Desarrollo del Sistema Experto.	Los Sistema Experto son sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos humanos. (Badaró et al., 2013).

*Nota.* Esta tabla proporciona una descripción detallada y conceptual de las variables empleadas en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

### 1.5.3. Operacionalización de Variables

Tabla 2.

Operacionalización de variables

Tipo variable	Variables	Dimensión	Indicadores
<b>Variable Independiente</b>	Nivel del proceso de producción.	Proceso empírico.	Estado de crianza.
		Proceso experto.	Estado de la producción de fibra.
<b>Variable Dependiente</b>	Mejora de la productividad.	Volumen de fibra.	Cantidad de la fibra.
		Tipo de alimento.	Características que tiene que tener su alimentación.
		Estado del conejo.	Estado del desarrollo del conejo.
		Cunicultores.	Cantidad de personal.
<b>Variable Interviniente</b>	Desarrollo del Sistema Experto.	Reglas.	Numero de reglas.
		Interfaz de usuario.	Funcionalidad.
			Confiableidad.
			Usabilidad.
			Eficiencia.
			Mantenibilidad.
			Portabilidad.

*Nota.* Esta tabla detalla las características clave de las variables que serán empleadas en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

## 1.6. JUSTIFICACIÓN

### 1.6.1. Justificación Científica

El desarrollo del trabajo proporcionará un aporte teórico para los futuros trabajos, se refieren a la investigación en el área de la Inteligencia Artificial en el campo del cuidado de ganado menor y con ello el Sistema Experto que emula el conocimiento del experto humano, creando así nuevas alternativas en la solución de problemas.

Plantea la adecuación de la inteligencia artificial teórica a los procesos productivos con la finalidad de identificar niveles óptimos de producción aplicando de forma sistemática los conocimientos de expertos en el rubro.

#### **1.6.2. Justificación Técnica**

Permite mejorar procesos empíricos con la aplicación de conocimientos técnicos, los cuales en el tiempo generan una dinámica del desarrollo prácticos con sustento en el conocimiento científico de los expertos y de la sistematización de los procesos, como resultado de la implementación de sistemas expertos.

#### **1.6.3. Justificación Económica**

El Sistema Experto para optimizar el proceso de producción de fibra de conejo angora pretende prevenir los errores de organización para no incurrir en costos que reduzcan las utilidades del proceso de crianza de ganado menor.

La aplicación del software libre en el Sistema Experto facilitara el manejo técnico de los procesos sin incurrir en costo de mantenimiento de software privado.

El desarrollo e implementación de sistemas expertos permite optimizar el uso de recursos lo cual hace más competente la comercialización de fibra de conejo angora, sustentado en procesos óptimos de producción que busca mejorar la productividad de este tipo de emprendimientos, haciéndolos más viables.

#### **1.6.4. Justificación Social**

Para aportar en la producción de fibra de calidad para consumidores exclusivos y generar fuentes de trabajo más sostenibles que aporte a la sociedad.

La sistematización de los procesos productivos de este tipo de emprendimientos, permitirá que un mayor grupo de personas puedan dedicarse a la crianza de conejo con la seguridad de tener una guía técnica que oferta el sistema experto. El cual de alguna manera orientara en cada una de las etapas del proceso productivo, permitiendo el acceso a este conocimiento técnico a poblaciones que busquen iniciar emprendimientos como medio de generar ingresos.

## **1.7. METODOLOGÍA**

La presente tesis tiene un enfoque cuantitativo. Para lo cual se requiere varias metodologías, una destinada al desarrollo de la investigación y la segunda enfocada el desarrollo del sistema.

### **1.7.1. Método Científico**

Según la página (conceptode, 2013) indica que: El método científico es un proceso que tiene como finalidad establecer relaciones entre hechos para enunciar leyes y teorías que expliquen y fundamenten el funcionamiento del mundo.

En el método científico utiliza los siguientes pasos: Identificación del problema, revisión de la literatura, Hipótesis, Experimentación y Resultado.

### **1.7.2. Metodología Buchanan de Desarrollo del Sistema**

Para el desarrollo del Sistema Experto se utilizará la metodología Buchanan metodología que según (Jimmy j., Orlando A., & Cinthia C., 2017) se basa en la adquisición de conocimientos de distintas fuentes: libros y expertos. Esta metodología procede a través de una serie de etapas para producir un Sistema Experto. Se destacan cinco etapas fundamentales: Identificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y Validación.

### **1.7.3. Métricas de Calidad**

Según la página (Iso25000, 2022) indica que la ISO/IEC 25000, es una familia de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software.

La ISO 25000 está compuesto por las siguientes características: Funcionalidad, Confiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad.

### **1.7.4. Método de Estimación de Costos**

COCOMO II es un modelo de estimación de costo y cronograma de proyectos de software que permitiera la calibración continua del modelo, y así incrementar la precisión en la estimación. (María & Alejandra, 2010)

### **1.7.5. Pruebas de Software**

Las pruebas son un componente crucial del desarrollo del sistema porque permiten validar y verificar el software, la validación del software es el proceso externo al equipo de desarrollo que determina si el software cumple con los requisitos. Las pruebas unitarias buscan garantizar las estructuras internas, mientras que las pruebas funcionales buscan probar los requerimientos.

## **1.8. HERRAMIENTAS**

Para la implementación del Sistema Experto para optimizar el proceso de producción de fibra de conejo angora, se emplea las herramientas tecnológicas. En primer lugar, se utiliza el lenguaje de programación Python, como base para la implementación del sistema. Además, se cuenta con el lenguaje de marcado de texto HTML y hojas de estilo CSS, que se utilizara para diseñar y dar estilos a la interfaz de usuario, junto con Flask como microframework de Python para plataformas web.

## **1.9. LÍMITES Y ALCANCES**

Por el carácter de la investigación es imprescindible demarcar el ámbito de acción de la estructura del sistema experto, por cuanto se ha podido establecer que el proceso productivo de la crianza de conejo angora, presente una numerosa cantidad de variables que deberían ser considerados como importantes, en este entendido se presenta los siguientes límites y alcances.

### **1.9.1. Límites**

- El Sistema Experto no pretende reemplazar la labor del experto humano, si no asistirlo y coadyuvar a su función.
- El Sistema Experto se limita únicamente al control del estado de crianza y procesos de producción de fibra.
- El Sistema Experto no brindara información de enfermedades de los conejos.

### **1.9.2. Alcances**

- Módulo de resultado para demostrar el diagnóstico de la producción de fibra.
- Módulo de formulario que permite recompilar la información actual del conejo para su diagnóstico.
- Módulo de inicio donde se pueda ingresar al sistema.
- Base de hechos, en base al conocimiento de la crianza y producción de conejos.
- El Sistema Experto ofrecerá el diagnóstico de manera inmediata una vez reconocido los datos necesarios.
- El Sistema Experto brindara información referida a la crianza y producción de fibra.

### **1.10. APORTES**

El aporte del Sistema Experto para optimizar el proceso de producción de fibra de conejo angora, diseñado en base al conocimiento de un experto humano, que favorece a la crianza de conejos y la Inteligencia Artificial; puesto que, el trabajo de investigación brinda un instrumento de apoyo, que puede ser utilizado por criadores de conejo angora para realizar la optimización de su producción de fibra.

Como también será una herramienta de consulta que podrá brindar apoyo especialmente a los criadores de ganado menor, de esta manera los expertos humanos podrán brindar un control adecuado de la producción de fibra.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

Con el objeto de generar una comprensión cabal de la presente investigación se plantea conceptos y definiciones básicas del entorno informático en una primera instancia, posteriormente se plantea la definición del método informático empleado para la construcción del sistema.

Seguidamente se conceptualiza el ámbito de la crianza de ganado menor, especificando la crianza de conejo angora y sus características más relevantes a ser considerados en la estructura del sistema.

#### **2.1. SISTEMA**

Se inicia con la definición de Sistema como la interconexión y cooperación de componentes o elementos en una entidad que funciona de manera conjunta para lograr un objetivo específico. Estos elementos interactúan de manera organizada y coherente, creando una estructura funcional más grande.

#### **2.2. SISTEMA EXPERTO**

Comprendido por (JHON A. & OMER M., 2009) definen que los sistemas expertos son máquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo.

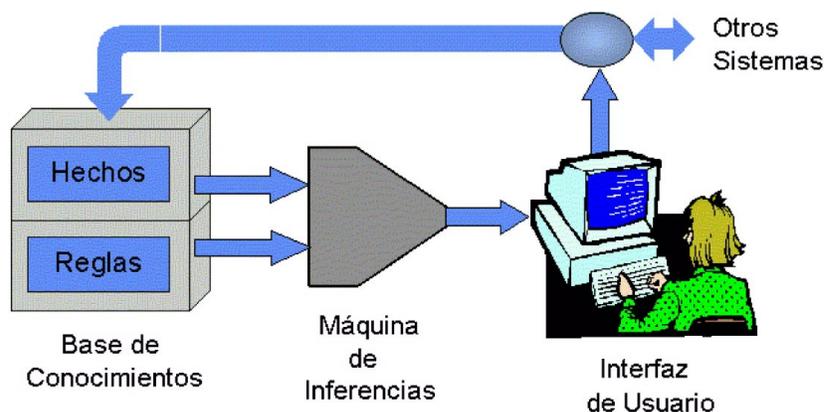
Para construir un sistema experto para la crianza de conejos, se requiere contar con los datos de cada espécimen, sus características generales como ser: sexo, edad, peso, el tipo de alimentación que requiere, su periodo de desarrollo y otros datos necesarios, tomando en cuenta estas variables, se genera una base de conocimientos y con esta información se puede identificar el resultado de producción más adecuado.

El sistema experto además de poder manejar una gran cantidad de datos, puede manipular esos datos haciéndolos más comprensibles, con significado para resolver preguntas planteadas e incluso no completamente especificadas.

Un sistema experto debería ser capaz de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones inciertas, comunicar con los hombres u otros sistemas expertos, tomar decisiones apropiadas, y explicar por qué se han tomado tales decisiones así también un sistema experto como un consultor, puede suministrar ayuda a los expertos humanos con un grado razonable de fiabilidad (Casillo, 2006, p. 14-15). Tomando en cuenta estas características, el objeto de la investigación es poder generar una herramienta que facilite la toma de decisiones a tiempo de realizar cada uno de los procesos productivos, para optimizarlos en la medida de las posibilidades.

**Figura 1.**

*Componentes de un sistema experto*



*Nota.* La figura muestra la representación de los componentes de un sistema experto. En donde se destacan los distintos elementos que componen el sistema experto Fuente: (Ignacio, 2016)

### **2.2.1. Componentes de un Sistema Experto**

Los componentes básicos de un sistema experto incluyen:

**2.2.1.1. Experto Humano.** Un sistema experto es generalmente el resultado de la colaboración de uno o varios expertos humanos especialistas en el tema de estudio y los ingenieros del conocimiento, con los usuarios en mente. Los expertos humanos suministran el conocimiento básico en el tema de interés, y los ingenieros del conocimiento trasladan este conocimiento a un lenguaje, que el sistema experto pueda entender. La colaboración de los expertos humanos, los ingenieros del conocimiento y los usuarios es, quizás, el elemento más importante en el desarrollo de un sistema experto. (Casillo, 2006, p. 22).

En el sistema experto desarrollado se ha podido identificar claramente al experto en el área que es un ingeniero zootecnista encargado de la crianza de conejos angora el cual ofrece el conocimiento necesario para el sistema experto.

**2.2.1.2. Ingeniero del Conocimiento.** El Ingeniero del Conocimiento se identifica como un ingeniero de sistema, que integra el conocimiento dentro de un sistema computarizado para resolver problemas complejos que normalmente requieren un alto nivel de experiencia humana. Para ello sus objetivos son los de adquirir, formalizar, codificar y estructurar en un sistema computacional el conocimiento de los expertos para que este pueda ser procesado eficientemente. (Vanessa, Mónica, & Alejandro, 2016)

**2.2.1.3. Base de Conocimientos.** Los especialistas son responsables de suministrar a los ingenieros del conocimiento una base de conocimiento ordenada y estructurada, y un conjunto de relaciones bien definidas y explicadas. (Casillo, 2006)

Esta forma estructurada de pensar requiere que los expertos humanos repiensen, reorganicen, y reestructuren la base de conocimiento y, como resultado, el especialista se convierte en un mejor conocedor de su propio campo de especialidad. (Casillo, 2006)

Para la construcción del sistema se contó con la información del especialista en zootecnia, quien elabora tablas de registro permanente de las acciones realizadas en el proceso de crianza de conejos, los cuales son sistematizados periódicamente para poder identificar una norma de estos procesos.

Se tomaron en cuenta datos registrados según las medidas diarias realizadas de las variables más relevantes previamente establecidas, con la finalidad de lograr identificar la información más relevante.

**2.2.1.4. Representación del Conocimiento.** Para el sistema experto, el conocimiento está representado en forma de un árbol de decisiones. Cada nodo del árbol representa una pregunta o decisión, y cada rama representa una posible respuesta o acción. Las hojas del árbol son conclusiones o resultados finales. Esta representación jerárquica permite una clara visualización de las posibles decisiones y sus consecuencias.

**2.2.1.5. Mecanismo de Razonamiento.** En el contexto de un sistema experto basado en árboles de decisiones, el mecanismo de razonamiento utiliza la búsqueda en profundidad primero (DFS) para navegar y procesar el conocimiento representado en el árbol. DFS explora cada rama del árbol hasta su conclusión antes de retroceder, asegurando una exploración completa y exhaustiva.

Este método permite al Sistema Experto simular el proceso de toma de decisiones de un experto humano, evaluando cada posible camino y sus consecuencias.

**2.2.1.6. Reglas.** Las reglas en este contexto son las directrices y condiciones definidas en cada nodo del árbol de decisiones que el mecanismo de razonamiento sigue para llegar a conclusiones específicas.

Estas reglas son la base del conocimiento que orienta las decisiones del Sistema Experto, dictando cómo se deben interpretar y aplicar los datos disponibles en cada paso del proceso de razonamiento. Las reglas están diseñadas para capturar el conocimiento experto en forma de declaraciones lógicas (si-entonces),

**2.2.1.7. Motor de Inferencia.** Para (Casillo, 2006, p. 24) El motor de inferencia es el corazón de todo sistema experto. Su función principal es procesar la información y las reglas de conocimiento para llegar a una conclusión lógica. En otras palabras, un motor de inferencias automatiza el proceso de razonamiento lógico, utilizando conclusiones basadas en reglas establecidas previamente.

**2.2.1.8. Interfaz de Usuario.** Según (Casillo, 2006, p. 25) La interfase de usuario es el enlace entre el sistema experto y el usuario. Por ello, para que un sistema experto sea una herramienta efectiva, debe incorporar mecanismos eficientes para mostrar y obtener información de forma fácil y agradable.

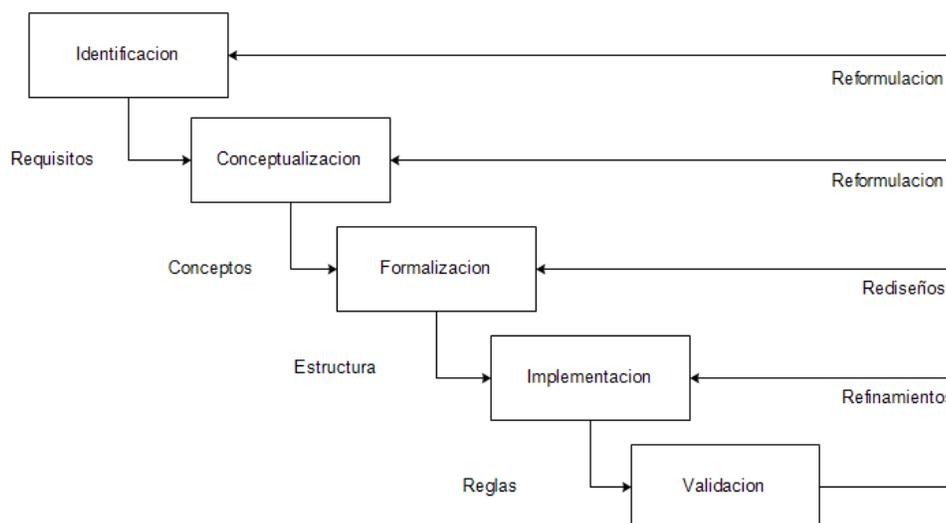
El planteamiento de la interfaz de usuario es generar un entorno amigable en el que el usuario y el sistema se puedan comunicarse de manera más sencilla y sin ningún problema.

## **2.3. METODOLOGÍA BUCHANAN**

Para el diseño del sistema experto se utiliza la metodología Buchanan que se caracteriza por su constante relación entre el Ingeniero de Conocimiento y el Experto Humano del área, en la que se destacan cinco fases fundamentales que se detallan a continuación:

**Figura 2.**

*Fases y relaciones de la metodología Buchanan*



*Nota.* La figura muestra los cinco pasos fundamentales que propone la metodología Buchanan, presentando procesos que se deberían seguir en cada paso, los cuales según la metodología deberían adecuarse a medida que se realice un avance en el trabajo. Fuente: (core, 2017).

Para una mejor comprensión a continuación se detalla cada una de los pasos:

### **2.3.1. Identificación**

Para Moret (2005), citado por (Facusto & Llangari, 2016, p. 45) sostiene que: Es la fase mediante la que se reconocen aspectos importantes del problema. Es el primer paso que establece la metodología la cual abarca desde la lectura de libros o artículos, las entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema y la búsqueda de un experto que esté dispuesto a colaborar en la construcción del sistema.

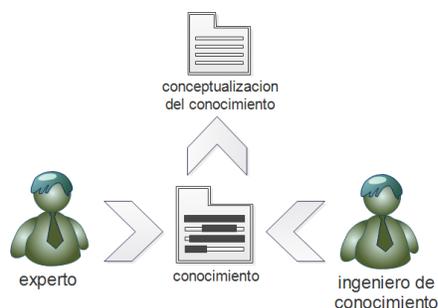
En esta etapa, para la construcción del sistema se acudió a la bibliografía más relevante sobre el tema, que principalmente son tesis realizadas en nuestro medio, por cuanto muchos de los datos de los textos distan de la realidad estudiada; asimismo se acude a un especialista zootecnista y un emprendedor que se encuentran dedicados a la crianza de conejos.

### 2.3.2. *Conceptualización*

Fase mediante la que se trata de organizar el conocimiento según un esquema conceptual. El experto y el ingeniero del conocimiento tratan de encontrar conceptos que representen el conocimiento del experto, al mismo tiempo que intentan determinar cómo es el flujo de información durante el proceso de resolución de problemas. Formalización. Esta fase consiste en traducir los conceptos clave, los subproblemas, y las características del flujo de información, identificados durante la fase anterior, en representaciones formales basadas en herramientas o esquemas de la ingeniería del conocimiento. (Facusto & Llangari, 2016, p. 46)

#### **Figura 3.**

*Conceptualización en el desarrollo del sistema experto*



*Nota.* La imagen ofrece una representación visual del proceso en el que tanto el experto como el ingeniero del conocimiento colaboran para recopilar conceptos que representen las conceptualizaciones del conocimiento del experto. Fuente: Elaboración propia.

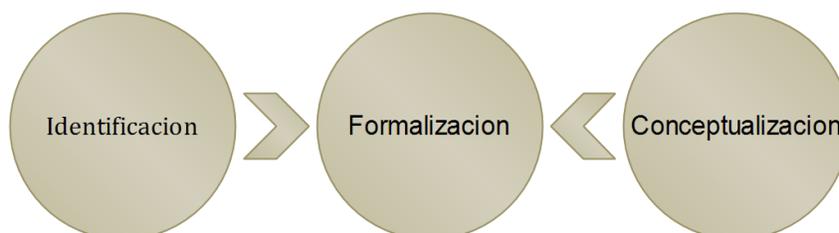
### 2.3.3. *Formalización*

Según Moret (2005), citado por (Facusto & Llangari, 2016, p. 45) indica que: En esta fase se lleva a cabo la extracción del conocimiento mediante un soporte físico que es consistente con la información obtenida durante los procesos de identificación y conceptualización.

Para esta fase se acudió a la generación de tablas de registro en formato Excel, por cuanto se considera que esta herramienta es más próxima al usuario y es de fácil acceso.

**Figura 4.**

*Fase de formalización*



*Nota.* La imagen representa visualmente la fase de formalización, la cual se logra a través de los procesos previos de identificación y conceptualización. Fuente: Elaboración propia.

#### **2.3.4. Implementación**

En esta fase, el ingeniero de conocimiento formula reglas y estructuras de control, que representan los conceptos y el conocimiento formalizado. El resultado es un programa que nos permite comprobar si hemos conceptualizado y formalizado bien el conocimiento que el experto tiene sobre el problema. (Facusto & Llangari, 2016, p. 46)

**Figura 5.**

*Fase de implementación en el desarrollo del sistema experto*



*Nota.* La imagen visualiza la fase de implementación generada a partir de los procesos de conceptualización y formalización en el desarrollo del sistema experto. Fuente: Elaboración propia.

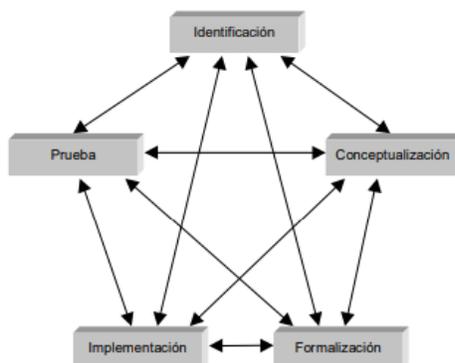
### 2.3.5. Validación

Esta fase consiste en la evaluación del rendimiento del sistema construido para encontrar errores o anomalías en la base de conocimientos o en los mecanismos de inferencia. Buchanan sitúa los lazos de realimentación después de la fase de prueba, pero también indica que el proceso no tiene por qué seguir estrictamente la secuencia representada en la figura anterior.

Autores posteriores, señalan que las retroalimentaciones pueden aparecer entre cualquier par de fases de la metodología. Así, por ejemplo, si el ingeniero del conocimiento no encuentra reglas adecuadas durante la implementación puede requerir una vuelta atrás y una reformulación del problema. La nueva representación del ciclo de vida de los sistemas inteligentes sería tal y como se presenta en la figura 6, una red completamente comunicada. (Facusto & Llangari, 2016, p. 47)

**Figura 6.**

*Red completamente comunicada.*



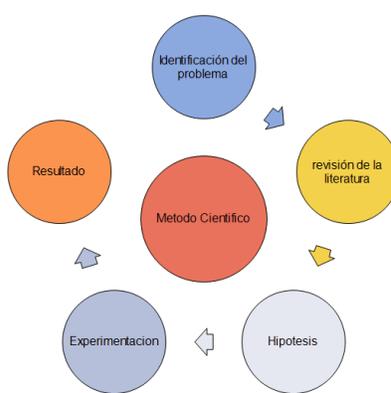
*Nota.* La figura presenta de manera integral las fases de la metodología Buchanan de manera clara y comunicativa. Fuente: (Facusto & Llangari, 2016).

## 2.4. MÉTODO CIENTÍFICO

Es un sistema riguroso que cuenta con una serie de pasos y cuyo fin es generar conocimiento científico a través de la comprobación empírica de fenómenos y hechos. En el método científico se utiliza la observación para proponer una hipótesis que luego se intenta comprobar a través de la experimentación. (conceptode, 2013)

### Figura 7.

*Pasos del Método Científico.*



*Nota.* La figura ofrece una representación visual de los pasos que son fundamentales para el método científico. Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1. Identificación del Problema

En este primer paso se observan y registran los fenómenos de la realidad. Es importante tener en cuenta los hechos objetivos y dejar de lado opiniones subjetivas o personales.

### 2.4.2. Revisión de la Literatura

Los fenómenos que han sido observados podrán tener una regularidad o una particularidad que los reúne. Esta observación despierta preguntas e interrogantes sobre algún hecho o fenómeno.

### **2.4.3. Hipótesis**

Una vez realizada las preguntas, la hipótesis es la posible explicación a la pregunta formulada. Esta hipótesis debe poder ser comprobada empíricamente.

### **2.4.4. Experimentación**

La hipótesis es testeada una cantidad suficiente de veces como para establecer una regularidad.

### **2.4.5. Resultado**

Con los dos pasos anteriores, podrá determinarse si la hipótesis planteada era cierta, falsa o irregular. En el caso de que la hipótesis no pueda ser comprobada, se podrá formular una nueva.

## **2.5. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

La optimización de procesos de producción se refiere a la práctica de realizar los ajustes necesarios o los cambios que se requieren para hacer más eficiente el proceso de producir un producto. La optimización representa un método que se utiliza para calibrar los parámetros de entrada en función de un objetivo particular, de modo que se pueda lograr una salida máxima o mínima, dependiendo de los resultados esperados fijados en los objetivos. (Cimatimatic, 2022)

## **2.6. CONEJO**

El nombre conejo proviene del término íbero kyniklos, que después derivó al término latino cuniculus, y al español conejo. Era abundante en el paleolítico, a juzgar por los restos descubiertos en la Península Ibérica. En la actualidad, su área de distribución abarca el norte de África y toda Europa hasta Rusia, siendo introducido en muchos lugares del continente con motivos cinegéticos. A lo largo de la Historia también ha sido llevado al estado de Washington

(Estados Unidos), así como a Chile, Sudáfrica y Australia, donde los conejos cimarrones se han convertido en la principal plaga del país debido a la ausencia de depredadores y competidores naturales. (Moya, 2010, p. 1)

### **2.6.1. Razas de Conejos**

No cabe duda que según el fin utilitario del conejo que el cunicultor persiga, habrá de escoger una u otra raza determinada, pero entre las incluidas en el mismo grupo utilitario son varias las que pueden rendir resultados económicos comparables. (Moya, 2010, p. 3)

Podrían establecerse diversas clasificaciones, ya que muchas son las bases en que podrían asentarse, tal es el origen geográfico, el tamaño, el color de la capa, los caracteres del pelo, el tamaño y posición de las orejas, el color de los ojos. Más, toda clasificación es intrínsecamente arbitraria e indefinida y teniendo en cuenta que los fines utilitarios no se pueden diferenciar netamente en la mayoría de los casos, y que los conejos rinden siempre provecho por su carne, su piel y su pelo, resulta más práctico prescindir de toda clasificación. (Moya, 2010, p. 3)

las razas de conejo relacionada con la producción de pelo son:

**2.6.1.1. Angora Inglés.** El más pequeño de las cuatro castas, los Angora ingleses, tienen un cuerpo corto y compacto, con la lana larga y sedosa. El peso del conejo adulto se extiende a partir del 2,5 a 3,3 kg El Angora inglés tiende a poseer un pelaje fino, así que él necesita cuidados frecuentes. El color preferido el blanco. (Moya, 2010, p. 10)

**2.6.1.2. Angora Francés.** El segundo más grande de las cuatro castas, tienen un cuerpo de longitud mediana, cara clara y pies delanteros limpios/parejos. La gama de peso de un adulto es de 3,3 a 4,7 kg Él tiene pelo grueso y protector. (Moya, 2010, p. 10)

**2.6.1.3. Angora Gigante.** El Angora gigante es el más grande de las cuatro castas. El tipo de cuerpo debe ser medio, se desea con bastante altura y anchura, con un peso adulto mínimo de 4,3 kg y de ningún límite superior del peso. Tienden a tener un metabolismo más lento; la cantidad en la alimentación es poco proporcional a su peso. El Angora gigante tiende a no mudar sus lanas, así que necesita ser recortadas. (Moya, 2010, p. 11)

**2.6.1.4. Satén Angora.** El satén Angora parece una versión más pequeña de un Angora francés. Fue desarrollado originalmente por el cruzamiento de los conejos Angora franceses y de los conejos satén (regulares). Las características distintas son el brillo en la cara y las lanas. El peso adulto debe estar entre 2,9 y 4,3 kg la lana del Angora satén tiene un aspecto más fino en el diámetro del pelo, que las lanas de otras castas de Angora, así que parece menos densas. (Moya, 2010, p. 11)

**2.6.1.5. Zorro Suizo.** Las capas aceptadas son albina, azul, negra y habana, sin ser nunca demasiado brillantes. Lo más característico de esta raza es su largo pelaje, de más de 5 cm de largo. Pesa de 2,5 a 3 kg. Cabeza bien conformada, hocico bien conformado, ojos del mismo color que la capa (excepto albino, que los tiene rojos) y cuello poco destacable. Su cuerpo es en general fuerte y musculoso, lo que lo hace también interesante para la industria cárnica. Extremidades de mediana longitud y robustas. Las particularidades de su pelaje requieren excesivos cuidados por lo que no suele ser una mascota habitual. (Moya, 2010, p. 12)

## **2.6.2. Características Conejos Angora**

Su origen es un tanto incierto, aunque la creencia más extendida es que tiene su origen en Ankara, Turquía y posteriormente fue mejorada en la Europa Mediterránea, siendo Francia la fijadora de sus caracteres y siendo mejorada por Inglaterra después. También es posible

que su nombre provenga de su parecido al gato de Angora. En cualquier caso, se trata de una raza muy antigua, de principios del siglo XVIII, aunque no fue descrita como raza hasta finales del siglo XIX. (Moya, 2010, p. 12)

**2.6.2.1. Descripción de la Fibra de Angora.** Al pelo de angora se le atribuye propiedades terapéuticas en el tratamiento de enfermedades reumáticas y de tipo neurálgico, fabricándose especialmente para estos casos medias, tobilleras, rodilleras, guantes, camisetas. (Moya, 2010, p. 13)

**2.6.2.2. Características Físicas del Pelo de Angora.** Según Córdoba (2005) citado por (Moya, 2010, p. 13) indica que las características del pelo de angora son:

- La lana se diferencia del pelo porque este último posee médula.
- Las características de suavidad a diferencia de otros materiales textiles poseen a un mismo tiempo la liviandad y la facultad atérmica del pelo de Angora.
- Peso específico es 20 veces más bajo que el de la lana de oveja (lo que significa que igual volumen pesa veinte veces menos).
- Poder de aislamiento a la temperatura es 20 veces mayor (lo que significa que abriga diez veces más que la lana de oveja) esto se debe a su particularidad de ser hueco (tabicado) y su poder atérmico, a su finura, revestimiento ceroso y a su propia constitución. (Moya, 2010)
- El pelo de conejo angora, posee una densidad Baja de aproximadamente 1,15 a 1,18 gm/cm<sup>3</sup> compararon a 1,33 gm/cm<sup>3</sup> para lana y 1,50 gm/cm<sup>3</sup> para algodón. (Moya, 2010)

- El escaso diámetro está entre 11 y 13 micras. Pero hay un diferencial grande entre el calzón y el pelo largo. La angora de calidad excelente puede ser tanta como 70 mm en la longitud. China especifica que la longitud de calidad excelente debe ser un mínimo de 38 mm. (Moya, 2010)
- El largo de los pelos y el color blanco son factores sumamente atractivos para la industria textil, pues las prendas confeccionadas con este tipo de hilados pesan menos que las tejidas con lana y brindan más abrigo por no dejar escapar el aire que se encuentra entre el cuerpo y la vestimenta. Si bien lo ideal sería tejer las prendas con la mayor cantidad posible de pelo de angora, por lo general es difícil encontrar tejidos que superen un 30 % (se complementa con lana merino y poliamida, que es un sintético que le da resistencia al hilado). (Moya, 2010)
- Anteriormente el pelo se clasificaba en seis categorías según el largo y la calidad. Hoy la comercialización prácticamente se ha restringido a los primeros niveles. La mayor longitud de pelo se encuentra en la región del lomo del conejo, llegando a los 6 cm al momento de la esquila. En el resto del cuerpo crece hasta los 2 y 3 cm otro factor que determina la calidad es la fecha de esquila; si se exceden los 90 días el pelo comienza a agrumarse. (Moya, 2010)
- Su pelo es sedoso, fino, suave, esponjado y muy largo, llega a medir en mejores condiciones hasta 25 cm se produce de 2 a 3 gr de pelo diariamente. (Moya, 2010)
- Se recomienda peinar cada tercer día para que no pierda su hermosa apariencia y elegancia natural, y limpiar con frecuencia su jaula para que no se ensucie. También es importante regular la temperatura pues un exceso de calor puede llevarlo a tirar su lindo y suave pelo. Hay varios colores de angora: negro, azul, habano, gris, chinchilla, entre otros, pero el blanco es el más apreciado. (Moya, 2010)

### **2.6.3. Producción de Conejo**

La producción de conejos se trata de la crianza, manejo y explotación racional de los conejos, con el propósito de obtener el máximo rendimiento con el mínimo de gasto.

**2.6.3.1. Explotación Campesina.** Es la que se realiza en los conejos de la casa de campo, ya estén instalados en corrales, ya en jaulas más o menos bien ideadas. La base de la alimentación está constituida por los productos y subproductos cosechados en la finca. También cabe alimentarlos en el caso de los pequeños conejares, con hierbas recogidas en el campo, hojas de árboles en verde o desecadas, o sea, mediante el aprovechamiento de los pastos perdidos. (Moya, 2010, p. 14)

**2.6.3.2. Explotación Industrial.** Es la que implica una instalación más perfecta y amplia, en la que se dispone de finca agrícola, pero los alimentos deben comprarse y, por tanto, es necesario adquirirlos en el mercado. (Moya, 2010, p. 15)

En este tipo de explotación los gastos son más elevados, y como industria que es, independizada del ambiente agrícola, en la que se persigue extraer un interés al capital invertido, es forzoso llevar una contabilidad detallada. (Moya, 2010, p. 15)

### **2.6.4. Reproducción**

Para la producción de fibra de conejo angora es importante el conocimiento de las distintas fases de desarrollo como el cuidado de gazapos, la reproducción, el crecimiento. Los cuales afectan en la producción de fibra.

**2.6.4.1. Edad para la Cubrición.** En la realidad se trata de un factor individual, ya que el desarrollo es variable en los ejemplares de la misma edad.

Es general que la madurez sexual se presente antes de efectuar el primer acoplamiento, el cual en las razas pequeñas puede prudentemente verificarse alrededor de

los cuatro meses y medio, a los seis y medio en las medianas y a los 8 meses en las gigantes y aun posteriormente en la raza de Flandes. Las hembras que se han de destinar a un ritmo de reproducción intensiva pueden tener, como los machos, un par de meses más, para que hayan alcanzado su total desarrollo. (Moya, 2010, p. 16)

**2.6.4.2. Elección de Reproductores.** Este concepto se refiere a la selección que el cunicultor efectúa al escoger los reproductores que han de mantener y mejorar las cualidades del ganado en una explotación. La selección, pues, se refiere a una serie de caracteres anatómicos, fisiológicos y patológicos que pueden revestir mayor o menor importancia, tales como el tamaño, vigor, precocidad. (Moya, 2010, p. 16)

Los conejos salvajes resisten más las enfermedades que los domésticos, porque en aquellos se ha producido ya una selección natural que ha hecho desaparecer a los débiles, mientras que los domésticos, en un medio artificial y exigiéndoseles un rendimiento mucho mayor, carecen de las defensas orgánicas propias de sus congéneres de monte, que ofrecen por eso la cualidad que se conoce con el nombre de rusticidad. (Moya, 2010, p. 16)

**2.6.4.3. El Celos.** Es la manifestación de las hembras del deseo de ser cubiertas por el macho, y constituye la respuesta a la acción de una secreción interna u hormonal, procedente del ovario, que se vierte en la sangre. El celo en las conejas es difícil de observar, la que está en el celo, cuando permanece acostada presenta el cuarto trasero levantado, generalmente está inquieta, se mueve mucho, escriba y rueda por la jaula. Si se la sitúa en presencia del macho, se aviene en seguida a la cópula, o bien intenta hacerse desear levantando y agachando alternativamente las ancas, en el caso de que el macho no la copule inmediatamente. (Moya, 2010, p. 17)

El ciclo estral, se realiza en unos 15 a 16 días y mientras en el ovario se están formando unos óvulos otros están degenerando. Dentro de este período, en los dos primeros días no

hay óvulos aptos para la fecundación, y en los dos últimos días los óvulos están reabsorbiéndose o siendo destruidos, sin que los nuevos estén maduros. Durante estos 4 días la coneja no tiene apetencia de macho; los restantes doce días está en celo y puede efectuarse la monta. (Moya, 2010, p. 17)

**2.6.4.4. Acoplamiento.** Conviene llevar la hembra a la jaula del macho y si está en celo éste la cubrirá muy pronto; a veces se debe dejar unos minutos y si no acepta se repetirá la operación en días sucesivos hasta que se deje cubrir. En un coito positivo, el macho, al final del mismo, emite un chillido y se deja caer de lado estando todavía acoplado. Inmediatamente después se devolverá la hembra a la jaula. (Moya, 2010, p. 17)

**2.6.4.5. Conejas que Puede Abastecer un Macho.** Suele aconsejarse uno para cada diez o doce, y que éste cubra 2 – 3 hembras por semana, y si es vigoroso, en caso de necesidad, puede cubrir una diariamente durante varios días. (Moya, 2010, p. 17)

**2.6.4.6. Número de Partos Por Coneja y Año.** Es variable y depende de un conjunto de factores intrínsecos y extrínsecos respecto a la hembra como: desarrollo, vigor, fecundidad, la fertilidad del macho que la cubra, nivel nutricional que reciba, condiciones ambientales de temperatura y luminosidad, pretendida duración de la vida productiva, real respuesta vital la cubrición, parto y lactancia. El cunicultor, teniendo en cuenta los datos anteriores que conozca, y los que se pueda agenciar en otras granjas vecinas comparables, puede planear un ritmo de reproducción con su calendario de cubriciones, teniendo en cuenta además si desea reproductores o animales para el consumo cárnico. (Moya, 2010, p. 18)

**2.6.4.7. Gestación.** En la coneja, la gestación dura, como se ha apuntado, de 30 a 31 días por término medio, no siendo raro, sin embargo, hallar que se prolongue hasta 40, cada tres meses y sus partos pueden ser de 6 a 10 gazapos en promedio. Los embarazos cortos van seguidos a veces de partos de gazapos muertos. Los cuidados que deben prestarse a las hembras durante la gestación derivan de la aplicación concreta de las normas generales de higiene y manejo citadas anteriormente. Las normas de higiene son las siguientes: Mantener jaulas limpias y desinfectadas, Confortabilidad de las mismas. Sequedad ambiental, Iluminación adecuada, Tranquilidad, Agua de bebida a voluntad y Alimentación racional. (Moya, 2010, p. 18)

**2.6.4.8. Parto y Lactancia.** El día del parto hay que vigilar a las hembras para corregir cualquier anormalidad; dispersión de gazapos por el suelo de la jaula, camada orinada, falta de pelo en el nido, gazapos muertos. La observación debe verificarse con sumo cuidado y más aún la intervención, si llega a verificarse. En este caso, es conveniente frotarse las manos con plantas o productos más o menos aromáticos, que comuniquen el mismo olor a toda la camada para evitar que la madre se inquiete y mate algún gazapo al que extrañe al olfatear. (Moya, 2010, p. 19)

**2.6.4.9. Cuidados a los Gazapos.** Conviene enterarse de las horas en que la madre acostumbra a amamantar a los gazapillos para procurarle la máxima tranquilidad en tales circunstancias y evitarle visitas inoportunas o sustos, que podrían ocasionar una huida y arrastrar a alguno de los pequeñuelos, como ya se ha dicho. (Moya, 2010, p. 19)

A partir de los doce días, los pequeños gazapos comienzan a salir del nido, poco después, de los catorce a los dieciocho días, empiezan a comer algo de alimento. Conviene, por tanto, que el alimento suministrado a partir de dicha fecha, para los mismos, se proporcione en dispositivos que impidan su consumo por las madres, a no ser que exista alguna razón para

dejar que ésta también coma de él (camada numerosa, madre desvigorizada, destete tardío). (Moya, 2010, p. 20)

Transcurridas tres semanas, deben practicarse una limpieza del nidal y de la jaula, poniendo los gazapos en un cesto mientras se actúa en ellos. Para limpiar el nidal debe esperarse a que los conejillos estén en la jaula con su madre, y entonces se levanta con cuidado el nido de pelo, sin deshacerlo, se quita la paja del fondo, se limpia y desinfecta las paredes y el suelo y después, se pone paja limpia y se coloca nuevamente el nido en su lugar. (Moya, 2010, p. 20)

**2.6.4.10. Destete.** La edad de efectuar el destete, y aun cuando este no sea precoz, es de 28 días en adelante, es aconsejable proporcionar alimento especial a los gazapos a partir de los 15 – 16 días de edad en verano y de 18 – 20 días en invierno, pues la madre en tal momento va menguando la secreción láctea; y el pienso especial de destete sirve de transición paulatina al crecimiento. (Moya, 2010, p. 20)

En el destete los gazapos deben consumir alimentos tanto más concentrados en proteínas y grasas y menos en celulosa, o sea más semejantes a la leche de la nodriza cuando más jóvenes. (Moya, 2010, p. 20)

### **2.6.5. Alimentación**

El conejo es un animal estrictamente herbívoro, esto significa que su dieta puede estar constituida de algún tipo de forraje, pero en una explotación intensiva se les debe dar alimento balanceado, puesto que estos cubren todos los requerimientos necesarios que el conejo necesita. (Moya, 2010, p. 20)

El conejo al igual que cualquier especie animal, para vivir y producir precisa ingerir sustancias que al interior de su organismo se transforman en materia propia, y en energía vital

que promueva todo el fisiologismo del ser; tales sustancias constituyen los alimentos. (Moya, 2010, p. 21)

**2.6.5.1. Alimento Balanceado.** Se trata de un alimento especialmente balanceado y completo para los conejos, en forma de pastillas comprimidas y existen varias marcas para conejos. Lo más importante es que no sea en forma de polvillo ya que los conejos no lo comen y estornudan. Tampoco es apropiada la mezcla de granos porque estos animales son muy selectivos, a veces comen un solo grano y tiran el resto. Lo ideal es el balanceado en forma de pastilla comprimida o "pelets" y existen las variedades para conejo "carne y lanero" y dentro de las mismas el de crianza o reproducción y el de engorde. (Moya, 2010, p. 21)

Estas bolsas de balanceado que vienen de 25 y 50 kg deben almacenarse en un lugar realmente seco y sin estar en contacto con el piso, de lo contrario humedece y aparecen hongos en el producto siendo muy nocivos para los animales. También es muy importante que no haya ratas en el depósito ya que pueden transmitir enfermedades al conejar. (Moya, 2010, p. 22)

Los alimentos balanceados están compuestos básicamente de:

**2.6.5.2. Proteínas.** Compuestos de elementos varios, pero principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, por lo que se denominan cuaternarios y que la digestión descompone en una serie de materia simples, los aminoácidos, que son los materiales empleados directamente para estructurar el cuerpo y que tienen un alto valor biológico específico y además energético. Las proteínas son indispensables para la producción de leche y de pelo. (Moya, 2010, p. 22)

**2.6.5.3. Grasas.** Proporcionan al quemarse en el cuerpo animal mayor energía que los hidratos de carbono; tiene importancia porque son el disolvente obligado de algunas vitaminas, influyen en la absorción de las proteínas y en la calidad de la grasa que se deposita en el cuerpo, y de los productos grasos que se obtienen (leche, mantequilla, tocino). (Moya, 2010, p. 23)

**2.6.5.4. Alimento Vegetal.** El forraje es muy importante para el aparato digestivo de los conejos ya que funciona por empuje y no como el de otros mamíferos que funciona por contracción. Esto quiere decir que mientras el animal va comiendo, va empujando el resto de la comida y va digiriendo el alimento, por lo que los conejos comen durante todo el día y en pequeñas cantidades de comida. El pasto del prado, la alfalfa y otros forrajes denominados alimentos voluminosos son muy importantes para la salud del animal. Poco a poco se puede acostumbrar a los animales a que consuman el pasto verde recién cortado y sin orear. (Moya, 2010, p. 23)

**2.6.5.5. Vitaminas.** De valor biológico importante, son sustancias contenidas en pequeñísimas cantidades en los alimentos, y sus efectos son trascendentales, como se evidencia ante su carencia total o parcial en las raciones. Se conocen varias vitaminas, de influencia específica algunas. Frente de ellas son los forrajes, frutas, raíces, heno, hortalizas variadas y la luz solar. (Moya, 2010, p. 23)

Especialmente para el conejo resulta importante darle las frutas y verduras lavadas y secas. Tienen un aparato digestivo muy sensible, por eso un exceso de verdura puede causarles indigestiones serias. Cada alimento nuevo que se le ofrezca deberá ser en pequeña cantidad, lavado y seco (sobre todo si es lechuga). (Moya, 2010, p. 24)

**2.6.5.6. Minerales.** Se consideran principios inmediatos a algunas sales que abundan en los forrajes de leguminosas, heno, residuos de molinera. y que se pueden proporcionar en forma directa de sales minerales cuando se han de completar las contenidas en los alimentos, agregando calcio, fósforo y en menor importancia el cloro, sodio, yodo y otros. El rápido crecimiento de las razas modernas, especialmente las de gran talla, ha puesto en evidencia que generalmente es insuficiente el contenido en minerales y vitaminas de los vegetales naturales. El heno es lo que debe tener un conejo siempre a su disposición. No hay riesgo de que le sienta mal (mientras esté en buenas condiciones), además necesitan ingerir mucho volumen de forraje. (Moya, 2010, p. 24)

## **2.6.6. *Proceso de Obtención de Pelo de Conejo***

**2.6.6.1. La Esquila.** La esquila es el corte de pelo al animal, esta se estima en un tiempo de entre 10 y 15 minutos por conejo dependiendo las habilidades del esquilador. La esquila puede ser en forma manual o mecánica, la fecha recomendada para la primera esquila del conejo angora es a los 60 días del nacimiento. Luego, se dejan pasar 75 días y se le realiza la segunda. Desde allí en adelante el lapso entre esquilas debe ser de 90 días, logrando cuatro por año. (Moya, 2010, p. 35)

El desprendimiento del pelo se produce de manera espontánea al comienzo del verano, produciéndose generalmente 2 kg por animal. Sin embargo, los criadores realizan el corte del pelo sin esperar por su desprendimiento natural. El pelo de conejo es generalmente bastante limpio y, una vez que es lavado, da un rendimiento de un 90%. (Moya, 2010, p. 35)

Antes de iniciar la esquila, con la mano se hace una línea divisoria en el lomo del animal. Se comienza, por un lado, se sigue por el otro y, por último, se esquila la parte de abajo del animal durante dos o tres años. (Moya, 2010, p. 36)

## 2.7. HERRAMIENTAS

### 2.7.1. Python

Python es uno de los lenguajes de programación más utilizados, encargado de asegurarse de que la sintaxis haga posible que el código sea legible. Está considerado un lenguaje multiparadigma, al poder ser enfocado a varios estilos, y posee la ventaja de ser de código abierto, lo que permite que cualquiera pueda acceder a él. (Itelligent., 2018)

De acuerdo con la publicación del blog (Itelligent., 2018), las características, las cuales van siendo planteadas desde su filosofía de transparencia y legibilidad son:

- Python puede ser fácil de aprender si eres programador o si tienes experiencia con otros lenguajes programación.
- Friendly & fácil de aprender. La comunidad organiza conferencias y reuniones, colabora en el código entre otras actividades.
- Aplicaciones. El Índice de paquetes de Python (PyPI) alberga miles de módulos de terceros para Python. Tanto la biblioteca estándar de Python como los módulos aportados por la comunidad permiten infinitas posibilidades.
- Open Source. Python se desarrolla bajo una licencia de código abierto aprobada por OSI, por lo que se puede usar y distribuir libremente, incluso para uso comercial. La licencia de Python es administrada por Python Software Foundation.

Para la publicación del blog (Itelligent., 2018), Algunos de los usos más comunes para los que sirve Python son:

- Realizar cálculos científicos y de ingeniería.
- Desarrollo web.

- Programación de videojuegos.
- Ejecutar programas gráficos.
- Creación de efectos especiales

### **2.7.2. HTML**

HTML es el lenguaje con el que se define el contenido de las páginas web. Básicamente se trata de un conjunto de etiquetas que sirven para definir el texto y otros elementos que compondrán una página web, como imágenes, listas, vídeos y otros.

El HTML es un lenguaje de marcación de elementos para la creación de documentos hipertexto, muy fácil de aprender, lo que permite que cualquier persona, aunque no haya programado en la vida, pueda enfrentarse a la tarea de crear una web. HTML es fácil y pronto podremos dominar el lenguaje. Más adelante se conseguirán los resultados profesionales gracias a nuestras capacidades para el diseño y nuestra vena artista, así como a la incorporación de otros lenguajes para definir el formato con el que se tienen que presentar las webs, como CSS. (Desarrolloweb, 2001)

### **2.7.3. CSS**

CSS es un lenguaje de hojas de estilos creado para controlar el aspecto o presentación de los documentos electrónicos definidos con HTML y XHTML. CSS es la mejor forma de separar los contenidos y su presentación y es imprescindible para crear páginas web complejas. Separar la definición de los contenidos y la definición de su aspecto presenta numerosas ventajas, ya que obliga a crear documentos HTML/XHTML bien definidos y con significado completo (también llamados "documentos semánticos"). Además, mejora la accesibilidad del documento, reduce la complejidad de su mantenimiento y permite visualizar el mismo documento en infinidad de dispositivos diferentes. Al crear una página web, se utiliza

en primer lugar el lenguaje HTML/XHTML para marcar los contenidos, es decir, para designar la función de cada elemento dentro de la página: párrafo, titular, texto destacado, tabla, lista de elementos. Una vez creados los contenidos, se utiliza el lenguaje CSS para definir el aspecto de cada elemento: color, tamaño y tipo de letra del texto, separación horizontal y vertical entre elementos, posición de cada elemento dentro de la página. (Eguíluz, 2008)

## 2.8. NORMA ISO/IEC 25000

### 2.8.1. Estructura de la Norma ISO/IEC 25000

La norma ISO/IEC 25000, también conocida como SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation), es un conjunto de estándares internacionales desarrollados por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) que proporciona directrices y recomendaciones para evaluar y asegurar la calidad del producto de software.

La familia de normas ISO/IEC 25000 se encuentra compuesta por cinco divisiones las cuales son:

**Tabla 3.**

*Familia ISO/IEC 25000*

	ISO/IEC 2500n. División de gestión de calidad
	ISO/IEC 2501n. División del modelo de calidad
<b>ISO/IEC 25000</b>	ISO/IEC 2502n. División de mediciones de calidad
	ISO/IEC 2503n. División de requisitos de calidad
	ISO/IEC 2504n. División de evaluación de la calidad

*Nota.* La tabla presenta las cinco divisiones por las que está compuesta la norma ISO/IEC 25000 de manera clara y concisa. Fuente: Elaboración propia.

### **2.8.2. Características de la ISO/IEC 25000**

Las características para la calidad interna y externa del software dentro de la familia ISO/IEC 25000 son:

#### **Funcionalidad**

Se refiere a la capacidad del software para cumplir con los requisitos funcionales especificados, es decir, su capacidad para realizar las funciones o tareas requeridas de manera correcta y completa.

#### **Confiabilidad**

Es la medida en que el software realiza sus funciones de manera precisa y consistente bajo condiciones específicas y durante un período de tiempo determinado, sin fallos inesperados.

#### **Usabilidad**

Hace referencia a la facilidad de uso y comprensión del software por parte de los usuarios finales. Incluye aspectos como la accesibilidad, la claridad de la interfaz de usuario, la eficiencia en la realización de tareas y la satisfacción del usuario.

#### **Eficiencia**

Se refiere al uso adecuado de los recursos del sistema, para realizar las funciones del software de manera rápida y efectiva.

#### **Mantenibilidad**

Es la medida en que el software puede ser modificado, actualizado, corregido y mejorado de manera efectiva y eficiente, sin afectar su funcionalidad, rendimiento o fiabilidad.

## **Portabilidad**

Hace referencia a la capacidad del software para ser transferido o adaptado fácilmente a diferentes entornos, sistemas operativos, plataformas y configuraciones sin necesidad de realizar modificaciones significativas.

### **2.9. MODELO DE COSTOS COCOMO II**

Es un modelo que permite estimar el costo, el esfuerzo, y el horario en la planificación de un nuevo proyecto de desarrollo de software.

Este modelo empírico se obtuvo recopilando datos de grandes proyectos, los cuales fueron analizados para descubrir las fórmulas que mejor se ajustaban; estas fórmulas relacionan el tamaño del sistema y del producto, factores del proyecto y del equipo con el esfuerzo necesario para desarrollar el sistema. (Adminprojsoft, 2015)

Los objetivos para la construcción de Cocomo II son:

- Desarrollar un modelo de estimación de costo y cronograma de proyectos de software que se adaptara tanto a las prácticas de desarrollo de la década del 90 como a las futuras.
- Construir una base de datos de proyectos de software que permitiera la calibración continua del modelo, y así incrementar la precisión en la estimación.
- Implementar una herramienta de software que soportara el modelo.
- Proveer un marco analítico cuantitativo y un conjunto de herramientas y técnicas que evaluaran el impacto de las mejoras tecnológicas de software sobre los costos y tiempos en las diferentes etapas del ciclo de vida de desarrollo.

### 2.9.1. Ecuaciones de COCOMO II

Para llevar a cabo la estimación de costos utilizando COCOMO II, se emplean las siguientes variables:

**Ecuación 1.** Líneas de código estimadas en miles

$$KLDC = LDC/1000 \quad (1)$$

**Ecuación 2.** Esfuerzo de desarrollo

$$E = a * (KLDC)^b \quad (2)$$

**Ecuación 3.** Tiempo de desarrollo

$$T = c * (E)^d \quad (3)$$

**Ecuación 4.** Productividad

$$PR = LDC / E \quad (4)$$

**Ecuación 5.** Número de personas promedio

$$P = E / T \quad (5)$$

**Ecuación 6.** Coste de mano de obra

$$CT = 3000 * (P * T) \quad (6)$$

Donde:

- LDC: es el número de líneas de código fuente estimadas que serán programadas por el personal de desarrollo. No se consideran las líneas generadas automáticamente.
- KLDC: es el número de líneas de código fuente estimadas en miles que serán programadas por el personal de desarrollo. No se consideran las líneas generadas automáticamente.

- E: es el esfuerzo de desarrollo medido en personas. mes. Se considera 174 horas de trabajo en un mes por cada desarrollador.
- a b: es una variable constante de la estimación de esfuerzo.
- T: es el tiempo de desarrollo medido en meses.
- c d: es una variable constante de la estimación de esfuerzo.
- PR: es la productividad, medido en kilo líneas de código fuente por persona.
- P: es el número de personas promedio al mes que se requiere en el proyecto. Medido en número de personas.
- CT: es el coste del software. Solo es el coste de mano de obra, es decir el coste del personal que participa en el desarrollo.
- Donde 3000 es el sueldo aproximado de un ingeniero de sistemas junior.

**Tabla 4.**

*Estimación de esfuerzo*

<b>MODO</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
Orgánico	2.40	1.05	2.50	0.38
Semilibre	3.00	1.12	2.50	0.35
Rígido	3.60	1.20	2.50	0.32

*Nota.* La tabla presenta las variables utilizadas en la estimación del esfuerzo realizada por el Grupo de Investigación de Costos. Fuente: (María & Alejandra, 2010)

### **Atributos del producto**

RELY: confiabilidad del software requerida.

DATA – Tamaño de la base de datos.

CPLX – Complejidad del Producto.

### **Atributos de la computadora**

TIME – Tiempo de Ejecución.

STOR – Almacenamiento Principal.

VIRT – Volatilidad de la máquina virtual.

TURN – Tiempo de respuesta del computador.

### **Atributos personales**

ACAP – Capacidad de Analista.

AEXP – Experiencia en Aplicaciones.

PCAP – Capacidad de programadores.

VEXP – Experiencia en máquinas virtuales.

LEXP - Experiencia en lenguajes de programación.

### **Atributos del proyecto**

MODP – Uso de prácticas de programación modernas.

TOOL – Uso de la herramienta de software.

SCED – Cronograma de desarrollo requerido.

## **2.10. PRUEBAS UNITARIAS**

Las pruebas unitarias consisten en aislar una parte del código y comprobar que funciona a la perfección. Son pequeños test que validan el comportamiento y aumentan la legibilidad del código y ayudan a los desarrolladores a entender el código base, lo que facilita hacer cambios más rápidamente. (yeeply, 2021)

## **2.11. PRUEBAS FUNCIONALES**

Las pruebas funcionales son un tipo de pruebas que buscan establecer si cada característica de la aplicación funciona según los requisitos del software. Cada función se compara con el requisito correspondiente para determinar si su resultado se ajusta a las expectativas del usuario final. (opentext, 2023)

## CAPITULO III

### 3. MARCO APLICATIVO

#### 3.1. DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

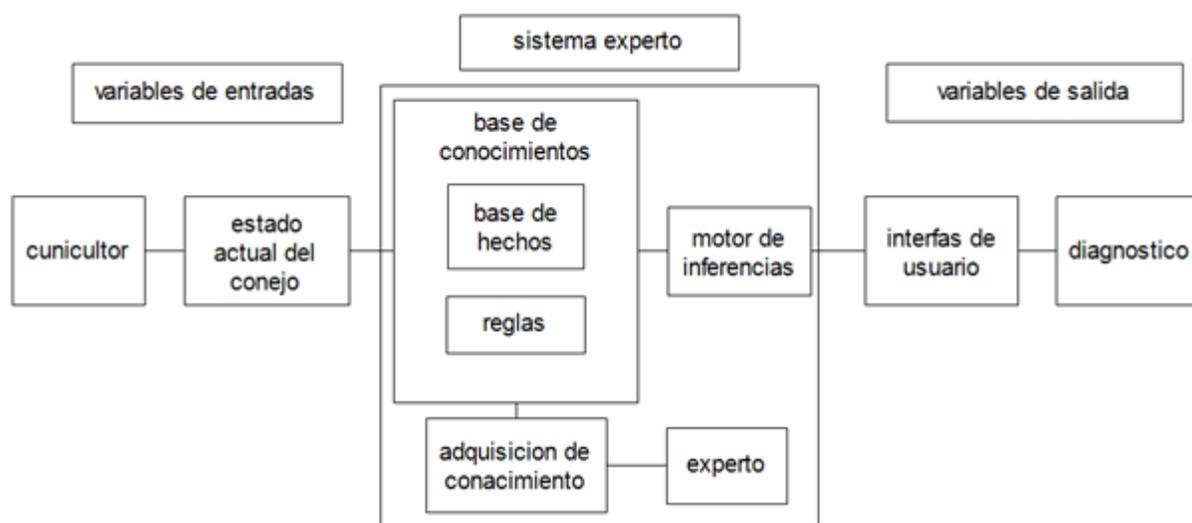
Para el diseño del sistema experto se utilizará la Metodología de Buchanan.

##### 3.1.1. Identificación

La etapa de identificación permite visualizar de manera global la problemática, así como describir las fuentes que fueron consideradas para la obtención de la información necesaria para establecer claramente la problemática principal.

**Figura 8.**

*Arquitectura del sistema experto.*



*Nota.* La imagen ofrece una representación de la arquitectura de los componentes y relaciones clave que componen el sistema, lo que proporciona una visión clara de su arquitectura general, cómo se organizan e interactúan los diferentes elementos. Fuente: Elaboración propia

También se identificaron los participantes que intervienen en la elaboración del sistema experto, así como el rol que desempeña cada uno de ellos y las relaciones entre ellos.

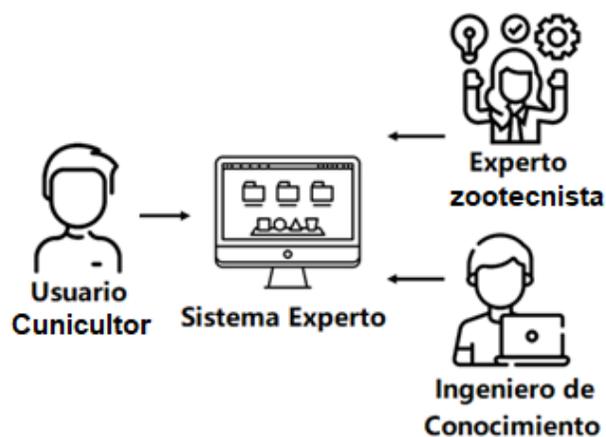
Experto: zootecnista, que brinda su conocimiento en base a su experiencia.

Ingeniero del conocimiento: Investigador, que representa el conocimiento del experto, desarrollando el Sistema Experto.

Usuario: cunicultor que necesite asistencia en la producción de fibra.

**Figura 9.**

*Participantes del sistema experto*

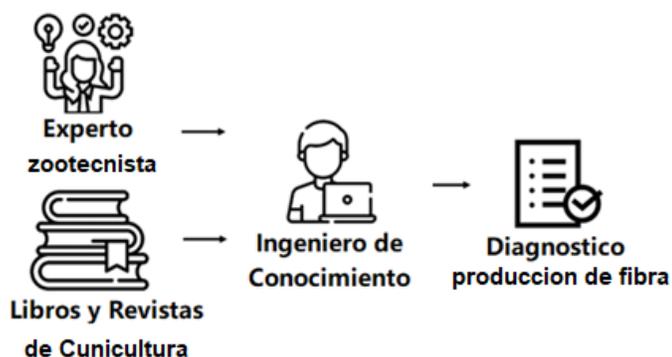


*Nota.* representación visual de los participantes junto con sus roles y contribuciones en el proceso de desarrollo del sistema experto. Fuente: Elaboración propia

### **3.1.2. Conceptualización**

La conceptualización es un proceso de estructuración de los conocimientos adquiridos junto al experto zootecnista, que implica comprender el dominio del problema y la terminología utilizada, así como modelar la tarea que realiza el experto a la hora de resolver el problema.

Con la asistencia de un experto humano, así como la consulta de libros, revistas y otras fuentes pertinentes relacionadas al campo de la producción de fibra, se definió la estructura del sistema experto para la producción de fibra de conejo.

**Figura 10.***Adquisición de conocimientos*

*Nota.* representación de la adquisición de conocimientos por parte del ingeniero de conocimientos a través de diversas fuentes, como libros, revistas y el conocimiento de un experto humano. Fuente: Elaboración propia

**3.1.2.1. Base de Hechos.** En la base de hechos reside los datos correspondientes a los problemas que se desea tratar.

La base de hechos está formada por el conocimiento concreto, que se compone por los conceptos proporcionados por el experto humano (zootecnista), recopiladas a través de entrevistas y observaciones directas.

A partir de este proceso, se extrajeron los siguientes hechos:

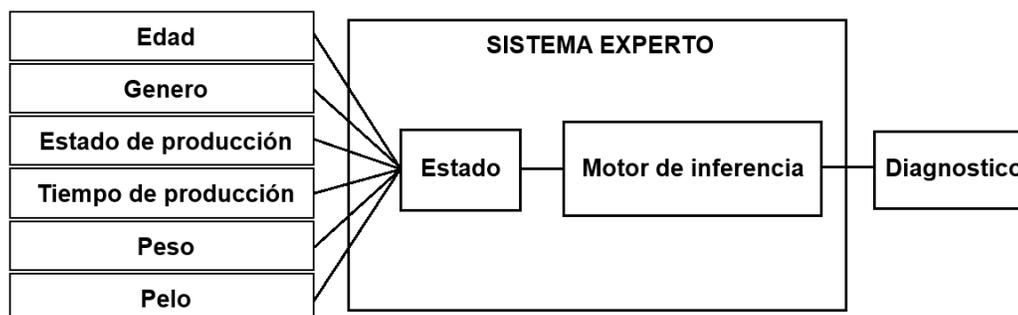
- Los estados de producción del conejo están determinados por su edad y género.
- Cada estado de producción tiene un periodo de tiempo determinado.
- Solo se puede esquilarse al conejo cuando se encuentra en un estado de producción adecuado.
- Solo se puede esquilarse al conejo cuando su fibra tiene un tamaño adecuado para la producción.

- Controlar los estados del conejo contribuye a la producción de la fibra como a su bienestar general.
- El cuidado de los gazapos influye en el estado de producción y bienestar general de las conejas que los tienen.
- El peso del conejo influye en la producción de fibra y en su estado de salud general.
- Después de esquila, le conejo necesita un periodo de tiempo para recuperarse adecuadamente antes de volver a ser esquilado, para no afectar su bienestar general.
- El tipo de alimento que recibe el conejo influye en su producción de fibra.

Después de analizar los conceptos proporcionados por el experto, se destaca la información más relevante que condujo a las siguientes variables.

**Figura 11.**

*Variables fundamentales del Sistema Experto.*



*Nota.* Esquema general de las variables clave involucradas en el sistema, el proceso que sigue el sistema para procesar estas variables y generar los resultados finales. Fuente: Elaboración propia.

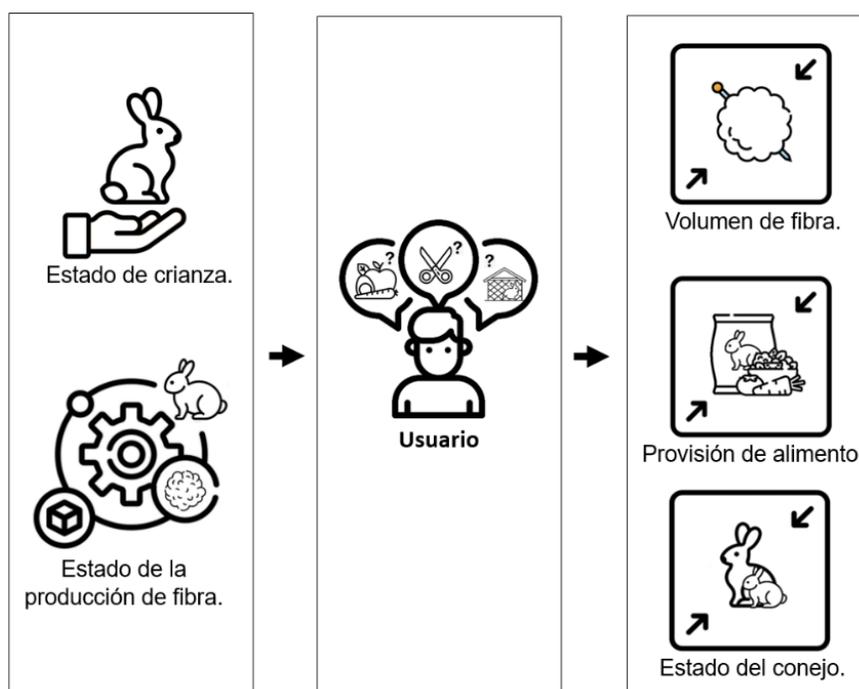
### 3.1.3. Formalización

Esta etapa tiene como objetivo traducir los conocimientos del experto en estructuras que puedan ser interpretadas y utilizadas por una computadora.

**3.1.3.1. Interacción Entre Componentes.** Se ha definido la estructura de interacción de los componentes en la producción de fibra de conejo con y sin el sistema experto.

**Figura 12.**

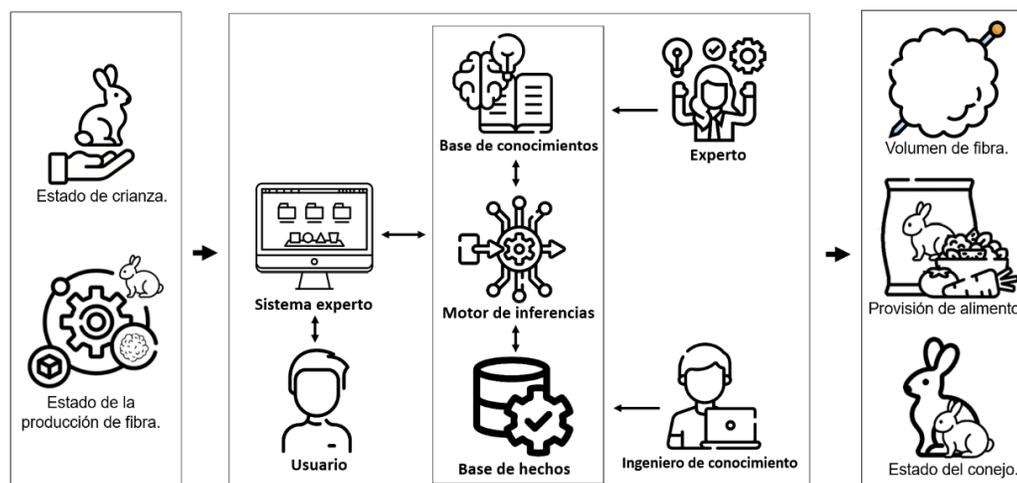
*Estructura de producción de fibra*



*Nota.* Representación de la estructura de los pasos y componentes involucrados, desde el inicio hasta el final, del proceso de producción empírica de fibra de conejo angora. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13.**

*Estructura de producción de fibra con el sistema*



*Nota.* Representación de la estructura de los pasos y componentes involucrados, desde el inicio hasta el final, de la producción de fibra de conejo angora con la ayuda del Sistema Experto. Fuente: Elaboración propia.

**3.1.3.2. Identificación de Variables.** En base a los conceptos identificados en la etapa anterior, se definieron las variables de entrada y salida.

**Tabla 5.**

*Variables de entrada*

N.	Cod.	Variable	Descripción
1	C1	Gazapos	Un conejo se considera gazapo si su edad es menor de 3 meses.
2	C2	Jóvenes	Se considera joven a los conejos de 3 meses a 6 meses de edad.
3	C3	Adultos	Se considera adulto a los conejos de 6 meses a 6 años de edad.
4	C4	Viejo	Se considera viejo a los conejos con más de 6 años de edad.
5	G1	Hembra.	Género del conejo utilizado en la producción.
6	G2	Macho.	Género del conejo utilizado en la producción.

7	P1	Bueno.	Estado de peso óptimo para un conejo
8	P2	Normal.	Rango de peso dentro de los parámetros sanos para un conejo
9	P3	Bajo.	Estado de peso por debajo del rango saludable
10	P4	Malo.	Estado de peso que sugiere una salud deficiente
11	P5	Pésimo.	Estado de peso extremadamente deteriorada y necesidad de intervención inmediata.
12	T1	Mayor.	Longitud del pelo considerado adecuado para la producción de fibra
13	T2	Menor.	Longitud del pelo que no es considerado adecuado para la producción de fibra
14	E1	Sin estado.	Estado de producción para nuevos conejos
15	E2	Lactando.	Estado de producción para conejas y gazapos recién nacidos
16	E3	Desarrollo.	Estado de producción para gazapos y conejos jóvenes
17	E4	Crianza.	Estado de producción para conejas con gazapos
18	E5	Embarazo.	Estado de producción para conejas embarazadas
19	E6	Reproducción.	Estado de reproducción de los conejos
20	E7	Descanso.	Estado de recuperación de los conejos
21	D1	Esquilado.	Verificación de esquilado anteriores
22	D2	primera esquila.	Verificación de su primer esquilado
23	Cr1	Tiene crías	Verificación si la coneja tiene crías
24	Cr2	No tiene crías	Verificación si la coneja no tiene crías
25	Et1	Durante la Lactancia	Tiempo que tiene que mantenerse lactando.
26	Et2	Después de la lactancia	Finalización del estado de lactancia
27	Et3	Durante la Crianza	Tiempo que tiene que mantenerse criando a los gazapos
28	Et4	Después de la crianza	Finalización del estado de crianza

29	Et5	Durante el Embarazo	Tiempo de espera para verificar su embarazo de la coneja
30	Et6	Después del embarazo	Finalización del estado de embarazo
31	Et7	Durante la Reproducción	Tiempo para reproducirse para los conejos
32	Et8	Después de la reproducción	Finalización del estado de reproducción
33	Et9	Durante el Descanso	Tiempo que tiene para recuperarse de sus estados
34	Et10	Después del descanso	Finalización del estado de descanso
35	Dt1	Con descanso de esquilado	Se recupero del último esquilado
36	Dt2	Sin descanso de esquilado.	No se recuperó del último esquilado

*Nota.* lista de la información de las variables de entrada que serán utilizadas en el análisis y toma de decisiones de manera efectiva del sistema experto. Fuente: Elaboración propia.

Se identificó como variable de salida del Sistema Experto.

**Tabla 6.**

*Variables de salida*

<b>N.</b>	<b>Variable</b>	<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
1	Diagnostico	Resultado del esquilado. Estado de producción. Recomendación de cuidado. Recomendación de alimento.	Resultado obtenido tras la evaluación del sistema experto para la producción de fibra.

*Nota.* características de las respuestas o conclusiones de la variable de salida que generará el sistema experto como respuesta a la información proporcionada. Fuente: Elaboración propia.

**3.1.3.3. Reglas.** Para almacenar el conocimiento adquirido, empleamos las reglas como directrices que guían el proceso de razonamiento del sistema experto.

Una de las formas más comunes de representar las reglas es la siguiente:

IF <hechos premisa>THEN<decisión conclusión>

Donde:

IF: Premisas

<Datos del conejo provistos a través de preguntas>

THEN: Conclusiones

<Diagnostico para mejorar la producción de fibra>

A continuación, se presentan algunas de las reglas que contiene el Sistema Experto.

**Tabla 7.**

*Base de reglas del sistema*

<b>Regla 1</b>	
<b>Premisas (IF)</b>	(GENERO=G1) AND (PELO=T1) AND (EDAD=C3) AND (ESTADO=E5) AND (TIEMPO ESTADO=ET6) AND (CRÍAS=CR2) AND (ESQUILADO=D1) AND (DESCANSO ESQUILADO=DT1) AND (PESO=P1)
<b>Conclusiones (THEN)</b>	SI SE PUEDE ESQUILAR. RECOMENDACION. cambiar el estado de embarazo a descanso. alimentar al conejo con variedad de vegetales frescos ricos en nutrientes, Pellets para conejos adultos con alto contenido de fibra y nutrientes, Heno que aporte calcio y otros nutrientes esenciales.

---

**Regla 2**


---

<b>Premisas</b>	(GENERO=G1) AND (PELO=T2) AND (EDAD=C3) AND (ESTADO=E4)
<b>(IF)</b>	AND (TIEMPO ESTADO=ET3) AND (CRÍAS=CR2) AND (ESQUILADO=D1) AND (DESCANSO ESQUILADO=DT2) AND (PESO=P3)
<b>Conclusiones</b>	NO SE PUEDE ESQUILAR.
<b>(THEN)</b>	<p>En este momento, no es recomendable realizar el esquilado, debido a que se ha observado una ligera disminución en el peso del conejo.</p> <p>RECOMENDACION.</p> <p>cambiar el estado de crianza a descanso.</p> <p>El conejo debe tener un tiempo de espera de 3 meses antes de realizar otro esquilado.</p> <p>Se recomienda aumentar ligeramente las porciones de los alimentos del conejo.</p> <p>alimentar al conejo con vegetales frescos variados para aportar nutrientes adicionales, pellets para conejos adultos con equilibrio nutricional, heno que aporte calcio y otros nutrientes esenciales.</p>

---

**Regla 3**


---

<b>Premisas</b>	(GENERO=G1) AND (PELO=T1) AND (EDAD=C1) AND (ESTADO=E3)
<b>(IF)</b>	AND (PESO=P1)
<b>Conclusiones</b>	NO SE PUEDE ESQUILAR.
<b>(THEN)</b>	<p>En este momento, no es recomendable realizar el esquilado, debido a que el conejo aún es muy joven para someterlo a este proceso.</p> <p>RECOMENDACION.</p> <p>Es recomendable esperar a que el gazapo alcance la edad adulta antes de realizar el esquilado.</p> <p>mantener al gazapo en estado de desarrollo.</p> <p>alimentar al gazapo con Pellets específicos para crías con alto contenido de proteínas, Vegetales frescos ricos en nutrientes, Heno que aporte calcio y otros nutrientes esenciales.</p>

---

**Regla 4**


---

<b>Premisas</b>	(GENERO=G2) AND (PELO=T1) AND (EDAD=C2) AND (ESTADO=E1)
<b>(IF)</b>	AND (PESO=P1)

---

---

<b>Conclusiones</b>	NO SEPUEDE ESQUILAR.
<b>(THEN)</b>	<p>En este momento, no es recomendable realizar el esquilado, debido a que el conejo aún es demasiado joven para someterlo a este proceso.</p> <p>RECOMENDACION.</p> <p>Es recomendable esperar a que el conejo alcance la edad adulta antes de realizar el esquilado.</p> <p>ingresar al conejo en el estado de desarrollo.</p> <p>alimentar al conejo con vegetales frescos ricos en nutrientes, Pellets para conejos jóvenes con alto contenido de fibra y proteínas, Heno que aporte calcio y otros nutrientes esenciales.</p>

---

#### Regla 5

<b>Premisas</b>	(GENERO=G1) AND (PELO=T1) AND (EDAD=C3) AND (ESTADO=E7)
<b>(IF)</b>	AND (TIEMPO ESTADO=ET9) AND (CRÍAS=CR2) AND (ESQUILADO=D1) AND (DESCANSO ESQUILADO=DT1) AND (PESO=P5)

---

<b>Conclusiones</b>	NO SEPUEDE ESQUILAR.
<b>(THEN)</b>	<p>En este momento, no es recomendable realizar el esquilado, debido a que el peso del conejo se encuentra por debajo de los niveles recomendados.</p> <p>RECOMENDACION.</p> <p>Se recomienda consultar con un veterinario para identificar la causa del bajo peso y recibir recomendaciones adicionales sobre cómo cuidar apropiadamente al conejo durante este periodo.</p> <p>mantener al conejo en estado de descanso hasta que su peso esté completamente recuperado.</p> <p>Para asegurar una pronta recuperación del conejo, es importante alimentarlo con suplementos, vegetales y pellets siguiendo las recomendaciones del veterinario.</p>

---

#### Regla 6

<b>Premisas</b>	(GENERO=G1) AND (PELO=T1) AND (EDAD=C3) AND (ESTADO=E7)
<b>(IF)</b>	AND (TIEMPO ESTADO=ET9) AND (CRÍAS=CR2) AND (ESQUILADO=D1) AND (DESCANSO ESQUILADO=DT1) AND (PESO=P2)

---

---

<b>Conclusiones</b>	SI SE PUEDE ESQUILAR.
<b>(THEN)</b>	RECOMENDACION. mantener al conejo en estado de descanso. alimentar al conejo con vegetales frescos variados para aportar nutrientes adicionales, pellets para conejos adultos con equilibrio nutricional, heno que aporte calcio y otros nutrientes esenciales.

---

### Regla 7

---

<b>Premisas</b>	(GENERO=G1) AND (PELO=T2) AND (EDAD=C3) AND (ESTADO=E4)
<b>(IF)</b>	AND (TIEMPO ESTADO=ET4) AND (CRÍAS=CR1) AND (ESQUILADO=D1) AND (DESCANSO ESQUILADO=DT1) AND (PESO=P5)

---

<b>Conclusiones</b>	NO SEPUEDE ESQUILAR.
<b>(THEN)</b>	En este momento, no es recomendable realizar el esquilado, debido a que el peso del conejo se encuentra por debajo de los niveles recomendados. RECOMENDACION. Se recomienda consultar con un veterinario para identificar la causa del bajo peso y recibir recomendaciones adicionales sobre cómo cuidar apropiadamente al conejo durante este periodo. cambiar el estado de crianza a descanso y mantén al conejo en este estado hasta que su peso esté completamente recuperado. Separar en jaulas diferentes a los gazapos de la madre. cambiar el estado de los gazapos de lactancia a desarrollo. Para asegurar una pronta recuperación del conejo, es importante alimentarlo con suplementos, vegetales y pellets siguiendo las recomendaciones del veterinario.

---

### Regla 8

---

<b>Premisas</b>	(GENERO=G2) AND (PELO=T2) AND (EDAD=C3) AND (ESTADO=E6)
<b>(IF)</b>	AND (TIEMPO ESTADO=ET7) AND (ESQUILADO=D1) AND (DESCANSO ESQUILADO=DT2) AND (PESO=P4)

---

<b>Conclusiones</b>	NO SEPUEDE ESQUILAR.
<b>(THEN)</b>	En este momento, no es recomendable realizar el esquilado, debido a que se ha observado una reducción significativa en el peso del conejo. RECOMENDACION.

---

---

abstenerse de esquilarse hasta que el conejo haya recuperado un peso adecuado.

mantener al conejo en estado de reproducción.

Esperar hasta que el pelo alcance una longitud superior a 7 cm antes de proceder con el proceso de esquilado.

alimentar al conejo con suplementos nutricionales bajo supervisión veterinaria, pellets específicos para la salud con concentraciones adicionales de vitaminas y minerales, heno que incremente la ingesta de fibra.

---

*Nota.* representaciones de algunas de las premisas y conclusiones del aprendizaje basado en reglas que guían el proceso de toma de decisiones del sistema experto. Fuente: Elaboración propia.

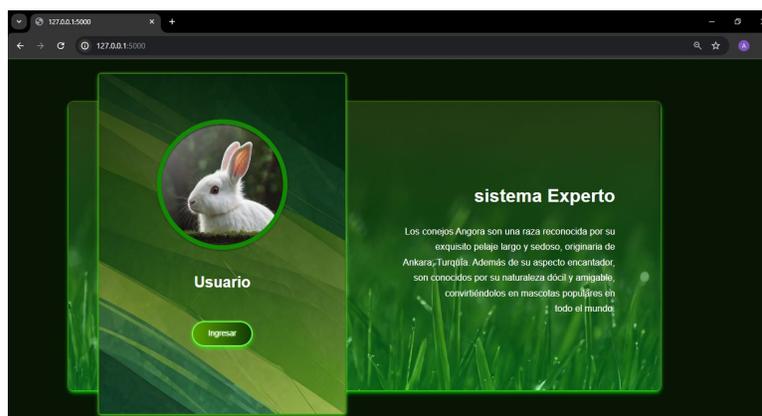
### **3.1.4. Implementación**

**3.1.4.1. Descripción del Sistema.** Para realizar el Sistema Experto, se ha usado el lenguaje de programación Python (versión 3.8.3), el cual se apoya junto con el lenguaje de marcado de texto HTML (versión 5) y hojas de estilo CSS (versión 3), para el desarrollo de la interfaz de usuario, con Flask (versión 1.1.2) como microframework de python para plataformas web.

El sistema experto consta de los siguientes componentes:

**Figura 14.**

*Página de inicio del Sistema Experto*



*Nota.* La figura representa la página de inicio, que sirve como punto de entrada al sistema experto. En esta página, los usuarios pueden acceder fácilmente al sistema experto. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15.**

*Formulario del sistema*

*Nota.* La figura muestra el formulario del sistema experto, diseñado para recopilar datos específicos sobre los conejos destinados a la producción de fibra. Esta representación visual ofrece una visión general de cómo se presenta la información y cómo se organizan los campos en el formulario, lo que ayuda a los usuarios a completar el proceso de ingreso de datos de manera efectiva. Elaboración propia.

Una vez completado el formulario, se mostrará el resultado que indica si el conejo es apto para ser esquilado, junto con recomendaciones sobre su cuidado que contribuirán a una mejor producción de fibra.

**Figura 16.**

*Resultado del sistema experto*



*Nota.* La figura muestra el resultado del sistema experto después de analizar y evaluar los datos ingresados, indicando si el conejo es apto para ser esquilado y ofrece recomendaciones sobre su cuidado que contribuirán a una mejor producción de fibra. Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.5. Testeo o Pruebas**

Durante la fase de pruebas del Sistema Experto, se consideraron los casos descritos para el desarrollo de pruebas unitarias. Estas pruebas se diseñaron para evaluar el funcionamiento individual de cada componente del sistema, para garantizar su correcta implementación y cumplan con el comportamiento esperado.

**Tabla 8.***Prueba de Reglas de Inferencia*

<b>Numero</b>	PU1	
<b>Titulo</b>	Prueba para verificar las Reglas de Inferencia	
<b>Resumen</b>	Verificar que las reglas de inferencia que tiene el sistema se activan correctamente.	
<b>Precondición</b>	El sistema experto contiene reglas de inferencia.	
<b>N</b>	<b>Pasos</b>	<b>Resultado</b>
1	Proporcionar datos de entrada que cumplan las condiciones de una regla de inferencia específica.	Las reglas de inferencia se activan correctamente según las condiciones establecidas.
<b>Validación</b>	Cumple	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9.***Prueba de Campos del formulario*

<b>Numero</b>	PU2	
<b>Titulo</b>	Prueba para la Validación de Campos	
<b>Resumen</b>	Verificar que los campos del formulario solo acepten información del tipo de dato solicitado.	
<b>Precondición</b>	El formulario contiene campos a validar.	
<b>N</b>	<b>Pasos</b>	<b>Resultado</b>
1	Ingresar los distintos tipos de datos válidos en los campos del formulario.	Todos los campos del formulario se validan correctamente.
2	Ingresar datos no válidos en los campos del formulario.	los campos no permiten datos que no sean válidos.
<b>Validación</b>	Cumple	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10.***Prueba de Datos de Entrada*

<b>Numero</b>	PU3	
<b>Titulo</b>	Prueba de Validación de Datos de Entrada	
<b>Resumen</b>	Verificar que los datos de entrada de los campos no sean incorrectos o vacíos para su procesamiento y validación correcta.	
<b>Precondición</b>	Los datos de entrada son proporcionados al sistema.	
<b>N</b>	<b>Pasos</b>	<b>Resultado</b>
1	Proporcionar diferentes conjuntos de datos de entrada validados.	Los datos de entrada se procesan y validan correctamente según los criterios establecidos.
2	Proporcionar diferentes conjuntos de datos válidos e inválidos (campos vacíos o erróneos).	Los datos de entrada se procesan y no se validan para su uso.
<b>Validación</b>	Cumple	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11.***Prueba del Manejo de Errores*

<b>Numero</b>	PU5	
<b>Titulo</b>	Prueba para el Manejo de Errores	
<b>Resumen</b>	Verificar que el sistema maneje correctamente los errores y excepciones.	
<b>Precondición</b>	El sistema puede encontrar errores o excepciones.	
<b>N</b>	<b>Pasos</b>	<b>Resultado</b>
1	Provocar un error o excepción en diferentes partes del sistema.	El sistema maneja los errores y excepciones de manera adecuada, mostrando mensajes claros y útiles para ayudar al usuario.
<b>Validación</b>	Cumple	

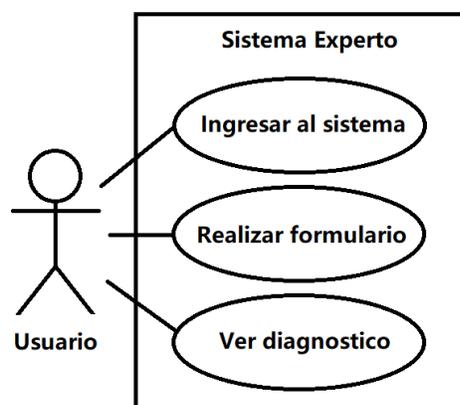
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12.***Prueba de Interfaz de Usuario*

<b>Numero</b>	PU4	
<b>Titulo</b>	Prueba para verificar la Interfaz de Usuario	
<b>Resumen</b>	Verificar que la interfaz de usuario funcione correctamente.	
<b>Precondición</b>	La interfaz de usuario está disponible.	
<b>N</b>	<b>Pasos</b>	<b>Resultado</b>
1	Navegar por todas las funcionalidades de la interfaz de usuario, incluyendo navegación entre páginas y uso de controles.	La interfaz de usuario funciona correctamente y es intuitiva para el usuario.
<b>Validación</b>	Cumple	

Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes pruebas se llevaron a cabo en función de los principales casos de uso identificados: Ingresar al sistema, ingresar al formulario, rellenar formulario, validar formulario y ver diagnóstico.

**Figura 17.***Casos de uso del usuario*

*Nota.* Representación de la interacción del usuario con el sistema a través de casos de uso. En esta ilustración, se muestran escenarios específicos en los que los usuarios interactúan con el sistema experto para realizar diferentes acciones o tareas. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13.***Caso de uso ingreso al sistema*

<b>Caso de uso</b>	Ingreso al sistema
<b>Código</b>	Cu-01
<b>Objetivo</b>	Permite al usuario ingresar al sistema experto.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe abrir el navegador. El usuario debe estar en la página de inicio del sistema.
<b>Post condiciones</b>	El usuario accede al sistema y puede comenzar a utilizar sus funciones.
<b>Actores</b>	Usuarios
<b>Flujo principal</b>	<b>Pasos</b>
	1 El usuario abre el sitio web del sistema.
	2 El sistema muestra la pantalla de inicio.
<b>Extensiones</b>	<b>Acción</b>
	1 Vuelve a abrir el sistema.
<b>Frecuencia</b>	Frecuente
<b>Performance</b>	Alta
<b>Prioridades</b>	Alta

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14.***Caso de uso ingrese al formulario*

<b>Caso de uso</b>	Ingreso al formulario						
<b>Código</b>	Cu-02						
<b>Objetivo</b>	Permite al usuario ingresar al formulario del sistema experto.						
<b>Precondiciones</b>	El usuario accede a la opción de ingresar de la página de inicio.						
<b>Post condiciones</b>	El usuario accede al formulario del sistema y puede comenzar a completar los datos requeridos.						
<b>Actores</b>	Usuarios						
<b>Flujo principal</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"><b>Pasos</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El usuario selecciona la opción de ingresar para acceder al formulario del sistema.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra el formulario al usuario.</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Pasos</b>		1	El usuario selecciona la opción de ingresar para acceder al formulario del sistema.	2	El sistema muestra el formulario al usuario.
<b>Pasos</b>							
1	El usuario selecciona la opción de ingresar para acceder al formulario del sistema.						
2	El sistema muestra el formulario al usuario.						
<b>Extensiones</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Acción</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No aplica</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Acción</b>	No aplica				
<b>Acción</b>							
No aplica							
<b>Frecuencia</b>	Frecuente						
<b>Performance</b>	Alta						
<b>Prioridades</b>	Alta						

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15.***Caso de uso rellenado de información*

<b>Caso de uso</b>	llenado de información del formulario
<b>Código</b>	Cu-03
<b>Objetivo</b>	Permitir que los usuarios rellenen la información correctamente en el formulario.
<b>Precondiciones</b>	El usuario ha accedido al formulario del sistema.
<b>Post condiciones</b>	El usuario ha completado los campos del formulario correctamente.
<b>Actores</b>	Usuarios
<b>Flujo principal</b>	<b>Pasos</b>
	1 El usuario accede al formulario del sistema.
	2 El usuario rellena toda la información correspondiente en los distintos campos.
	3 El sistema valida toda la información de los campos rellenos.
<b>Extensiones</b>	<b>Acción</b>
	3 datos errados: el sistema no permite rellenar información que no sea igual a la que se solicita.
<b>Frecuencia</b>	Frecuente
<b>Performance</b>	Alta
<b>Prioridades</b>	Alta

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16.***Caso de uso validación del formulario*

<b>Caso de uso</b>	validación del formulario												
<b>Código</b>	Cu-04												
<b>Objetivo</b>	Permitir que los usuarios completen el formulario del sistema proporcionando los datos requeridos.												
<b>Precondiciones</b>	El usuario ha accedido al formulario del sistema.												
<b>Post condiciones</b>	El usuario ha completado el formulario y puede enviar los datos del formulario para su validación posterior.												
<b>Actores</b>	Usuarios												
<b>Flujo principal</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"><b>Pasos</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El usuario accede al formulario del sistema.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El usuario completa los campos del formulario proporcionando la información requerida.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El usuario revisa y verifica la información ingresada.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El usuario envía el formulario para obtener el resultado.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>El sistema verifica los datos y muestra el diagnóstico.</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Pasos</b>		1	El usuario accede al formulario del sistema.	2	El usuario completa los campos del formulario proporcionando la información requerida.	3	El usuario revisa y verifica la información ingresada.	4	El usuario envía el formulario para obtener el resultado.	5	El sistema verifica los datos y muestra el diagnóstico.
<b>Pasos</b>													
1	El usuario accede al formulario del sistema.												
2	El usuario completa los campos del formulario proporcionando la información requerida.												
3	El usuario revisa y verifica la información ingresada.												
4	El usuario envía el formulario para obtener el resultado.												
5	El sistema verifica los datos y muestra el diagnóstico.												
<b>Extensiones</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"><b>Acción</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>datos incompletos o incorrectos: el sistema retorna mensaje de error de validación de la información que son incompletos o incorrectos.</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Acción</b>		5	datos incompletos o incorrectos: el sistema retorna mensaje de error de validación de la información que son incompletos o incorrectos.								
<b>Acción</b>													
5	datos incompletos o incorrectos: el sistema retorna mensaje de error de validación de la información que son incompletos o incorrectos.												
<b>Frecuencia</b>	Frecuente												
<b>Performance</b>	Alta												
<b>Prioridades</b>	Alta												

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17.***Caso de uso ver el diagnostico*

<b>Caso de uso</b>	Muestra el diagnostico								
<b>Código</b>	Cu-05								
<b>Objetivo</b>	Permitir que los usuarios visualicen el resultado obtenido después de completar y enviar el formulario del sistema.								
<b>Precondiciones</b>	El usuario ha completado y enviado el formulario del sistema.								
<b>Post condiciones</b>	El usuario puede ver el resultado obtenido basado en la información ingresados en el formulario.								
<b>Actores</b>	Usuarios								
<b>Flujo principal</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"><b>Pasos</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El usuario completa y envía el formulario del sistema.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema valida la información ingresada.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El sistema muestra al usuario el resultado obtenido basado en la información proporcionada en el formulario.</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Pasos</b>		1	El usuario completa y envía el formulario del sistema.	2	El sistema valida la información ingresada.	3	El sistema muestra al usuario el resultado obtenido basado en la información proporcionada en el formulario.
<b>Pasos</b>									
1	El usuario completa y envía el formulario del sistema.								
2	El sistema valida la información ingresada.								
3	El sistema muestra al usuario el resultado obtenido basado en la información proporcionada en el formulario.								
<b>Extensiones</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Acción</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No aplica</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Acción</b>	No aplica						
<b>Acción</b>									
No aplica									
<b>Frecuencia</b>	Frecuente								
<b>Performance</b>	Alta								
<b>Prioridades</b>	Alta								

Fuente: Elaboración propia.

## 3.2. MÉTRICAS DE CALIDAD

### 3.2.1. Norma ISO/IEC 25000

Se emplean un conjunto de medidas conocidas como métricas, las cuales ofrecen una referencia de la calidad del producto.

**3.2.1.1. Funcionalidad.** Las funcionalidades son aquellas que satisfacen las necesidades implícitas o explícitas del usuario. A continuación, se presenta las características funcionales.

**Tabla 18.**

*Preguntas para obtener el grado de funcionalidad*

N.	Preguntas	Puntaje
1	¿El sistema cumple con todos los requisitos establecidos por los usuarios?	90
2	¿Es la interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar?	90
3	¿El sistema valida correctamente los datos de entrada?	95
4	¿El sistema responde adecuadamente a entradas incorrectas o incompletas?	95
5	¿El sistema maneja adecuadamente las excepciones y errores inesperados?	95
6	¿El sistema proporciona notificaciones y alertas adecuadas a los usuarios?	90
7	¿Las salidas del sistema son consistentes y fiables bajo diferentes criterios de uso?	90
8	¿El sistema se adapta bien al trabajo y procedimientos existentes de los usuarios?	85
Ponderación		91.25

*Nota.* Puntuación de las preguntas realizadas para determinar la funcionalidad del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el sistema alcanza un nivel de funcionalidad del 91.25%, lo que significa que cumple con la mayoría de las necesidades del usuario.

**3.2.1.2. Confiabilidad.** La confiabilidad del sistema se define como la probabilidad de que un programa de computadora opere sin experimentar fallos durante un periodo específico de tiempo.

**Ecuación 7.** Confiabilidad

$$F(t) = f * e^{(-u*t)} \quad (7)$$

Donde:

f: Funcionalidad del sistema

u: Es la probabilidad de error que puede tener el sistema

t: Tiempo que dura una gestión en el sistema

Considerando un periodo de 15 días como tiempo de prueba donde se define que cada 10 ejecuciones se presenta 1 falla.

$$F(t) = f * e^{(-u*t)}$$

$$F(t) = 0.90 * e^{((-1/10)*15)}$$

$$F(t) = 0.20 * 100$$

$$F(t) = 20\%$$

Para calcular la confiabilidad del sistema se toma en cuenta el periodo de tiempo en el que se ejecuta y se aplica la formula correspondiente:

$$P(T \leq t) = 1 - F(t)$$

$$P(T \leq t) = 1 - 0.20$$

$$P(T \leq t) = 0.80$$

La confiabilidad del sistema se estima en un 80%.

**3.2.1.3. Usabilidad.** La usabilidad representa la facilidad de uso que experimentará el usuario final al interactuar con el sistema. Esta métrica refleja el esfuerzo requerido para aprender a utilizar el sistema de manera efectiva y eficiente.

**Tabla 19.**

*Preguntas para obtener el grado de usabilidad*

<b>N.</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Puntaje</b>
1	¿Es intuitivo el diseño del sistema?	90
2	¿El sistema es agradable de usar?	90
3	¿El sistema proporciona retroalimentación clara y comprensible?	90
4	¿Se pueden realizar las tareas de manera eficiente?	90
5	¿El sistema es accesible para usuarios con diferentes habilidades y necesidades?	85
6	¿Se minimizan los errores y se proporcionan mensajes de error claros?	95
7	¿El sistema es consistente en su diseño y funcionamiento?	90
8	¿Es fácil de aprender a usar el sistema?	90
9	¿Se pueden realizar las tareas de forma rápida y sencilla?	95
Ponderación		90.5

*Nota.* Puntuación de las preguntas realizadas para determinar la usabilidad del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Por ende, se evidencia que el sistema goza de una tasa de usabilidad del 90.5%, lo que indica que los usuarios comprenden su funcionamiento y manejo.

**3.2.1.4. Eficiencia.** Para calcular la eficiencia del sistema, se consideró la ponderación de las características esenciales que el sistema debe cumplir.

**Tabla 20.**

*Preguntas para obtener el grado de eficiencia*

N.	Preguntas	Puntaje
1	¿El sistema se inicia de manera rápida y eficiente, sin demoras significativas?	90
2	¿El sistema realiza las operaciones requeridas de manera rápida y eficiente, sin retrasos excesivos?	90
3	¿El sistema realiza búsquedas en grandes conjuntos de datos de manera rápida y eficiente?	90
4	¿El sistema responde de manera rápida y fluida a las interacciones del usuario durante la navegación?	90
5	¿El sistema está disponible y accesible para los usuarios cuando lo necesitan?	90
Ponderación		90

*Nota.* Puntuación de las distintas preguntas que determinar la eficiencia del sistema. Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, el sistema logra una eficiencia del 90%, lo que sugiere que utiliza de manera óptima sus recursos y tiempo de procesamiento.

**3.2.1.5. Mantenibilidad.** La mantenibilidad se refiere a la capacidad de corregir, mejorar o modificar el software de manera efectiva y eficiente. La cual se obtiene mediante la siguiente fórmula:

**Ecuación 8.** Mantenibilidad

$$m = \frac{Mt - (Fa + Fc + Fd)}{Mt} \quad (8)$$

**Tabla 21.***Valore para Determinar la Mantenibilidad*

<b>Cod.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Mt	Numero de módulos de la versión actual	6
Fc	Numero de módulos en la versión actual que se han modificado	1
Fa	Numero de módulos en la versión actual que se han añadido	0
Fd	Numero de módulos que se han borrado en la versión actual	0

*Nota.* Descripción y valoración de los datos para determinar la mantenibilidad del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Calculando los datos:

$$m = \frac{Mt - (Fa + Fc + Fd)}{Mt}$$

$$m = \frac{6 - (1 + 0 + 0)}{6}$$

$$m = 0.83 * 100$$

$$m = 83\%$$

Por lo tanto, el sistema presenta un índice de estabilidad del 83%, lo que indica su facilidad para ser mantenido y actualizado con mínimos inconvenientes.

**3.2.1.6. Portabilidad.** La portabilidad se refiere a la capacidad del software para ser transferido de un entorno a otro. Se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

**Ecuación 9.** Portabilidad

$$p = 1 - \left( \frac{ET}{ER} \right) \quad (9)$$

Donde:

ET = Recursos necesarios para llevar el sistema a otro entorno.

ER = Recursos necesarios para crear el sistema en el entorno residente.

$$p = 1 - \left(\frac{1}{5}\right)$$

$$p = 0.80 * 100$$

$$p = 80\%$$

Tras el análisis, se concluye que el grado de portabilidad del sistema es del 80%, lo que indica su capacidad para ser trasladado y ejecutado en distintos entornos con una relativa facilidad.

**3.2.1.7. Resultado Global.** Se considero las características analizadas y cuantificadas anteriormente para entender el porcentaje de calidad con el que se está operando el sistema.

**Tabla 22.**

*Calidad global*

<b>N</b>	<b>Características de calidad</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Funcionalidad	91.25
2	Confiabilidad	80
3	Eficiencia	90
4	Usabilidad	90.5
5	Mantenibilidad	83
6	Potabilidad	80
	Resultado global	85.7

*Nota.* La calidad global obtenida es del 85.7%, lo que refleja que el sistema es efectivo y que el producto es aceptable. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. EVALUACIÓN DE COSTOS

#### 3.3.1. Cocomo II

**3.3.1.1. Costo del Software.** Para la estimación de costos se utilizó COCOMO II que nos ayudó a la determinación de costo de aplicación de acuerdo a los componentes que tiene el sistema.

$$LDC = 1504$$

$$KLDC = \frac{1504}{1000}$$

$$KLDC = 1.504$$

El sistema se ajusta al modelo básico. Según la cantidad de líneas de código, el modelo pertenece a un modo orgánico, por lo que los valores para 'a' y 'b' serán 2.40 y 1.05, respectivamente.

#### Esfuerzo de desarrollo

$$E = a * KLCD^b$$

$$E = 2.40 * 1.504^{1.05}$$

$$E = 3.68 \text{ (personas/mes)}$$

Esto implica que se requiere el esfuerzo de aproximadamente tres personas trabajando en el desarrollo del sistema.

#### Tiempo de desarrollo

Para calcular el tiempo necesario, se emplea la siguiente fórmula:

$$T = c * E^d$$

Donde c y d son constantes que de acuerdo al modo orgánico estos valores son 2.50 y 0.38 respectivamente.

$$T = c * E^d$$

$$T = 2.5 * 3^{0.38}$$

$$T = 3.79(\text{meses})$$

Según los datos obtenidos de la ecuación, el tiempo estimado de trabajo es de aproximadamente 4 meses.

### **Productividad**

La productividad que se debe esperar de cada programador se determinará mediante la siguiente expresión:

$$PR = \frac{LDC}{E}$$

$$PR = \frac{1504}{3}$$

$$PR = 501.33 \text{ (LDC/persona - mes)}$$

Se estima que cada programador sea capaz de generar 501 líneas de código por mes.

### **Número de personas promedio**

Para el cálculo del personal promedio se aplica la fórmula:

$$P = \frac{E}{T}$$

$$P = \frac{3.68}{3.79}$$

$$P = 0.970 \text{ (personas)}$$

Estos resultados indican que se requiere una persona trabajando por unos cuatro meses, desarrollando 501 líneas de código en todo este periodo.

Para el cálculo total del software, se considera el salario aproximado de un ingeniero de sistemas de 2500 Bs. por mes.

$$CT = 2500 * (P * T)$$

$$CT = 2500 * (1 * 4)$$

$$CT = 10000$$

Por lo tanto, se concluye que el costo estimado del sistema es de 10000 Bs., con un tiempo de desarrollo de 4 meses y la participación de una persona en el sistema.

**3.3.1.2. Costo Desarrollo del Sistema.** Para esta etapa se considera diversos factores, principalmente los relacionados con el desarrollo del sistema.

**Tabla 23.**

*Costo de elaboración del sistema*

<b>Detalle</b>	<b>Importe</b>
Análisis y diseño	700 Bs.
Material de Escritorio	100 Bs.
Conexión a internet	250 Bs.
Otros	50 Bs.
<b>Total</b>	<b>1.100 Bs</b>

*Nota.* Tabla del costo de los detalles que componen el costo de la elaboración del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

**3.3.1.3. Costo Total.** Para calcular el costo total, se consideró el costo del software calculado anteriormente junto con el costo de desarrollo

**Tabla 24.**

*Costo total del sistema*

<b>Detalle</b>	<b>Importe</b>
Costo del software	10.000 Bs.
Costo de desarrollo	1.100 Bs.
<b>Total</b>	<b>11.100 Bs.</b>

*Nota.* Tabla del costo total del software y elaboración del desarrollo del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Considerando la tabla anterior, se concluye que el costo del software es de 11.100 Bs.

## CAPITULO IV

### 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 4.1. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

##### 4.1.1. *Planteamiento de la Hipótesis*

Se procede a realizar la evaluación correspondiente de la hipótesis propuesta del presente trabajo:

$H$ : El Sistema Experto optimiza el proceso de producción de fibra de conejo angora que mejora la productividad.

$H_0$ : El Sistema Experto no optimiza el proceso de producción de fibra de conejo angora que no mejora la productividad.

$H_A$ : Optimizando el proceso de producción de fibra de conejo angora mediante un Sistema Experto se observará una mejora significativa en la productividad.

##### 4.1.2. *Estimación de la Muestra*

Fórmula para calcular el tamaño de muestra para estimar la cantidad de conejos para el estudio.

**Ecuación 10.** Estimación de muestra

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * (1 - p)} \quad ( 10 )$$

Donde:

$n$ : Es el tamaño de la muestra de conejos para el estudio.

$N$ : El tamaño total de la población para el estudio de producción de fibra es de 11 conejos angora.

Z: con un nivel de confianza deseado de 1.96.

P: con una proporción esperada de 0.5.

E: un margen de error aceptable de 0.05.

Aplicando la fórmula de la muestra:

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

$$n = \frac{11 * 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(11 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = \frac{10.5644}{0.9854}$$

$$n = 10$$

Por lo tanto, se ha determinado que el tamaño de muestra es de 10 conejos que serán objeto del estudio.

#### **4.1.3. Datos Estadísticos**

Para la prueba de hipótesis se recolecto los registros de la producción de fibra de 10 conejos angora de una granja dedicada a la producción de fibra en la ciudad de Viacha. Los cuales fueron sometidos a una evaluación de su producción de fibra sin el uso del sistema experto y la producción de fibra utilizando él sistema experto.

**Tabla 25.***Muestra de producción de fibra*

conejos	Producción de fibra	
	Sin el sistema experto	Con el sistema experto
1	345	359
2	423	445
3	428	433
4	435	482
5	364	410
6	402	419
7	243	282
8	472	490
9	223	260
10	481	487

*Nota.* Esta tabla ofrece una comparativa de los registros recolectados de la producción de fibra en gramos de cada uno de los conejos de la muestra antes y después de la implementación del sistema experto. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4. Comprobación de la Hipótesis

Para analizar la muestra, utilizamos la prueba t Student, representada por la siguiente relación estadística.

**Ecuación 11.** T Student

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1 + (n_2 - 1)s_2}{(n_1 + n_2) - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Donde:

$\bar{x}_1$ : Es la media del primer grupo.

$\bar{x}_2$ : Es la media del segundo grupo.

$S_1$ : Es la desviación estándar del primer grupo.

$S_2$ : Es la desviación estándar del segundo grupo.

$n$ : Es el tamaño de las muestras de los conejos.

**Media de la muestra ( $x_1$  y  $x_2$ ):**

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x}_1 = \frac{345 + 423 + 428 + 435 + 364 + 402 + 243 + 472 + 223 + 481}{10} = 381.6$$

$$\bar{x}_2 = \frac{359 + 445 + 433 + 482 + 410 + 419 + 282 + 490 + 260 + 487}{10} = 406.7$$

**Desviación estándar de la muestra ( $s_1$  y  $s_2$ ):**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$s_1 = \sqrt{\frac{71200.4}{10 - 1}} = 88.94$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{60724.1}{10 - 1}} = 82.14$$

**Grados de libertad ( $gl$ ):**

$$gl = (n_1 + n_2) - 2$$

$$gl = (10 + 10) - 2$$

$$gl = 18$$

**Valor t student (t):**

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2) - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$t = \frac{381.6 - 406.7}{\sqrt{\frac{(10 - 1)88.94 + (10 - 1)82.14}{(10 + 10) - 2} \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)}}$$

$$t = -6.06$$

Después de completar todos los resultados en la prueba t-Student para evaluar el resultado obtenido, con un grado de libertad igual a 18 y un nivel de confianza seleccionado de 0.05, podemos afirmar que el margen de error es del 5%, lo que indica una confiabilidad del 95%.

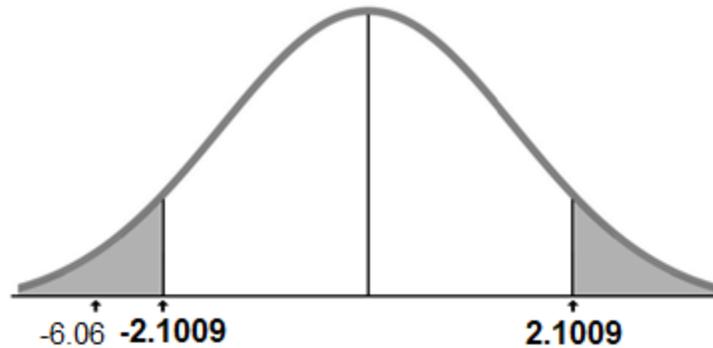
**Figura 18.***Tabla t Student*

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280

*Nota.* Tabla de resultados de t-Student, donde se obtiene el valor de T = 2.1009. Este valor se selecciona por el grado de libertad que es igual a 18 y el nivel de confianza de 0.05 para dos zonas de rechazo. Fuente: (Davinsonbmx, 2015)

**Figura 19.**

*Región de aceptación y rechazo de t-Student*



Fuente: Elaboración propia.

Y como  $t=-6.06$  no pertenece a la región de aceptación.

Se descarta la Hipótesis nula y con estos resultados se puede concluir que el sistema experto para optimiza el proceso de producción de fibra de conejo angora que mejora la productividad es aceptable, por lo tanto, queda demostrada la hipótesis.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Finalmente, el trabajo ha llegado a las siguientes conclusiones:

El Sistema Experto proporciona recomendaciones apoyadas en conocimientos expertos, lo que contribuye en la mejora de toma de decisiones en la producción de fibra.

Contar con la participación de un experto en el tema de cunicultura es esencial para el desarrollo del sistema experto. La experiencia y el conocimiento del experto facilita la base sobre la cual se construirá la aplicación.

Los resultados del análisis de datos de la producción de fibra muestran el impacto positivo que ha tenido el Sistema Experto en los procesos de producción.

El sistema experto no pretende reemplazar la labor del cunicultor, sino más bien apoyar en su trabajo proporcionando la información necesaria en el momento oportuno.

Su interfaz gráfica es muy fácil de usar y entender por cualquier persona que manipule el sistema.

La correcta elección de herramientas de información, procesos y procedimientos favorece el desarrollo del sistema.

#### **5.2. RECOMENDACIONES**

Con base en los resultados de la investigación, se hacen las siguientes sugerencias:

El usuario cunicultor deberá ingresar información verdadera al sistema experto para asegurar un adecuado diagnóstico. La precisión de los diagnósticos proporcionados por el

sistema experto depende en gran medida de la exactitud y la integridad de los datos ingresados.

El sistema experto está diseñado específicamente para conejos de razas relacionadas a la producción de fibra, como ser la raza de conejos angora.

En el desarrollo del trabajo no se consideró algunos aspectos, dentro de la construcción de Sistemas experto, por tratarse de temas muy extensos en la investigación, se recomienda extender el estudio.

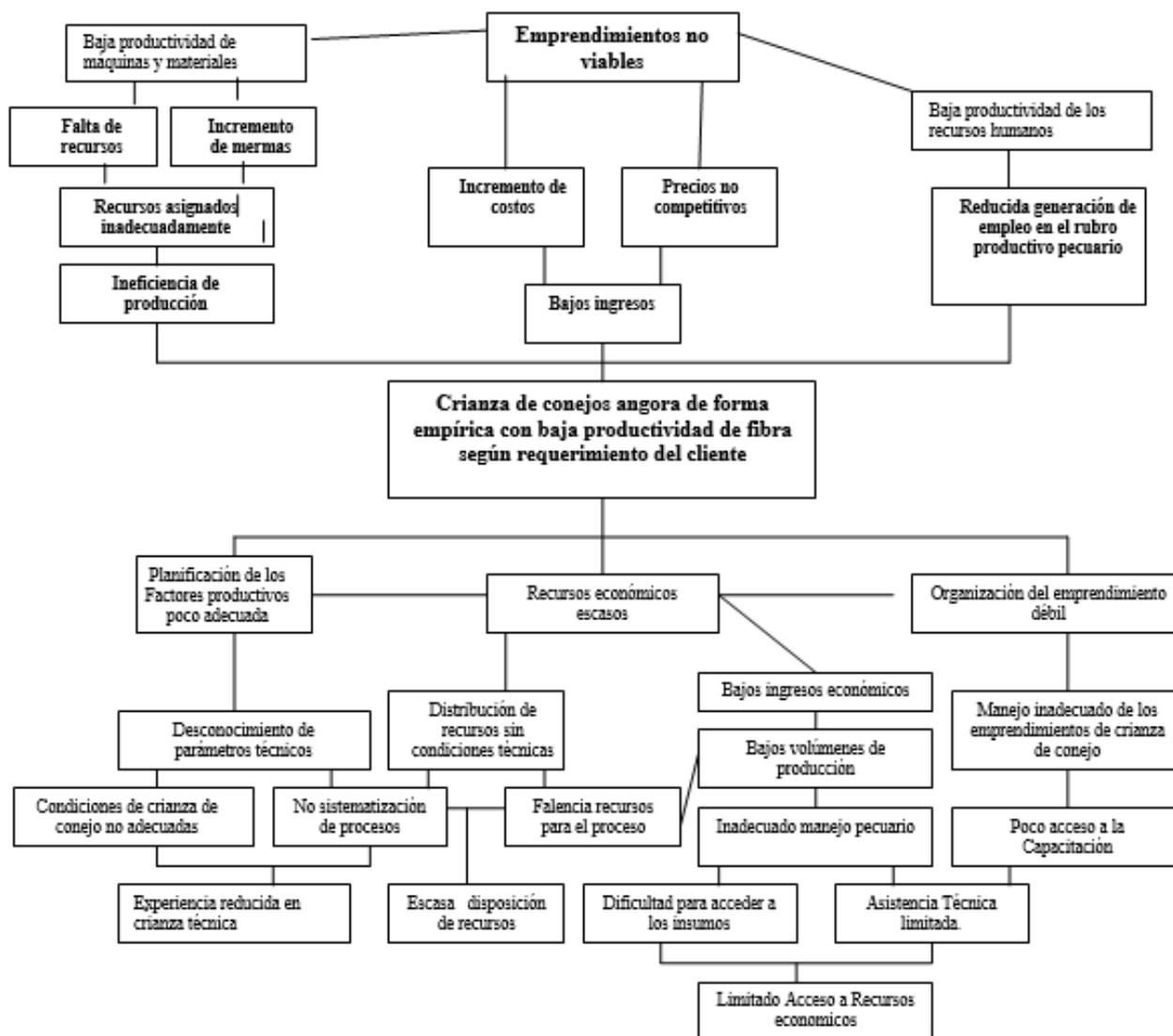
## BIBLIOGRAFÍA

- Adminprojssoft. (2015). *.Cocomo II*. Obtenido de <http://adminprojssoft.blogspot.com/2015/11/cocomo-ii.html>
- ANA S., I. (2017). *DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO PARA EL PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL CONEJO ANGORA*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21419/TES-977.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Badaró , S., Javier, I., & Agüero, M. (2013). *Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones*. Obtenido de [https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT\\_13\\_24.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf)
- Casillo, E. (2006). *Sistemas Expertos y Modelo de Redes Probabilísticas*. España: Universidad de Cornell.
- Cimaticcimatic. (2022). *Cómo optimizar procesos de producción*. Obtenido de <https://cimatic.com.mx/blog/como-optimizar-los-procesos-de-produccion/>
- conceptode. (2013). *Método científico*. Obtenido de <https://concepto.de/metodo-cientifico/>
- core. (2017). *core*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/229036155.pdf>
- Davinsonbmx. (2015). *Tabla distribución t de student*. Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/slideshow/tabla-distribucion-t-de-student/55217172>
- Desarrolloweb. (2001). *Que es HTML*. Obtenido de <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-html.html>
- Eguíluz, P. (2008). *Introducción a CSS*. librosweb.
- Facusto, D., & Llangari, S. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD DE METODOLOGIAS COMMONKADS VS BUCHANAN PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO DE GESTIÓN DE CULTIVOS PARA LA JURECH*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ignacio, C. (2016). Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/sistemas-expertos-70157740/70157740>
- Iso25000. (2022). *La familia de normas ISO/IEC 25000*. Obtenido de <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000>
- Itelligent. (20 de 8 de 2018). *Python el lenguaje de programación más usado*. Obtenido de <https://www.itelligent.es/es/que-es-python/>
- JHON A., F. A., & OMER M., S. G. (2009). *ANÁLISIS DE LA MAQUINA DE REGLA JESS COMO HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS EXPERTOS ORIENTADOS A LA ENSEÑANZA*. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0055023.pdf>
- Jimmy j., P. K., Orlando A., C. M., & Cinthia C., A. B. (diciembre de 2017). *sistema experto en apoyo a toma de decisiones*. Obtenido de CORE: <https://core.ac.uk/download/pdf/229036155.pdf>

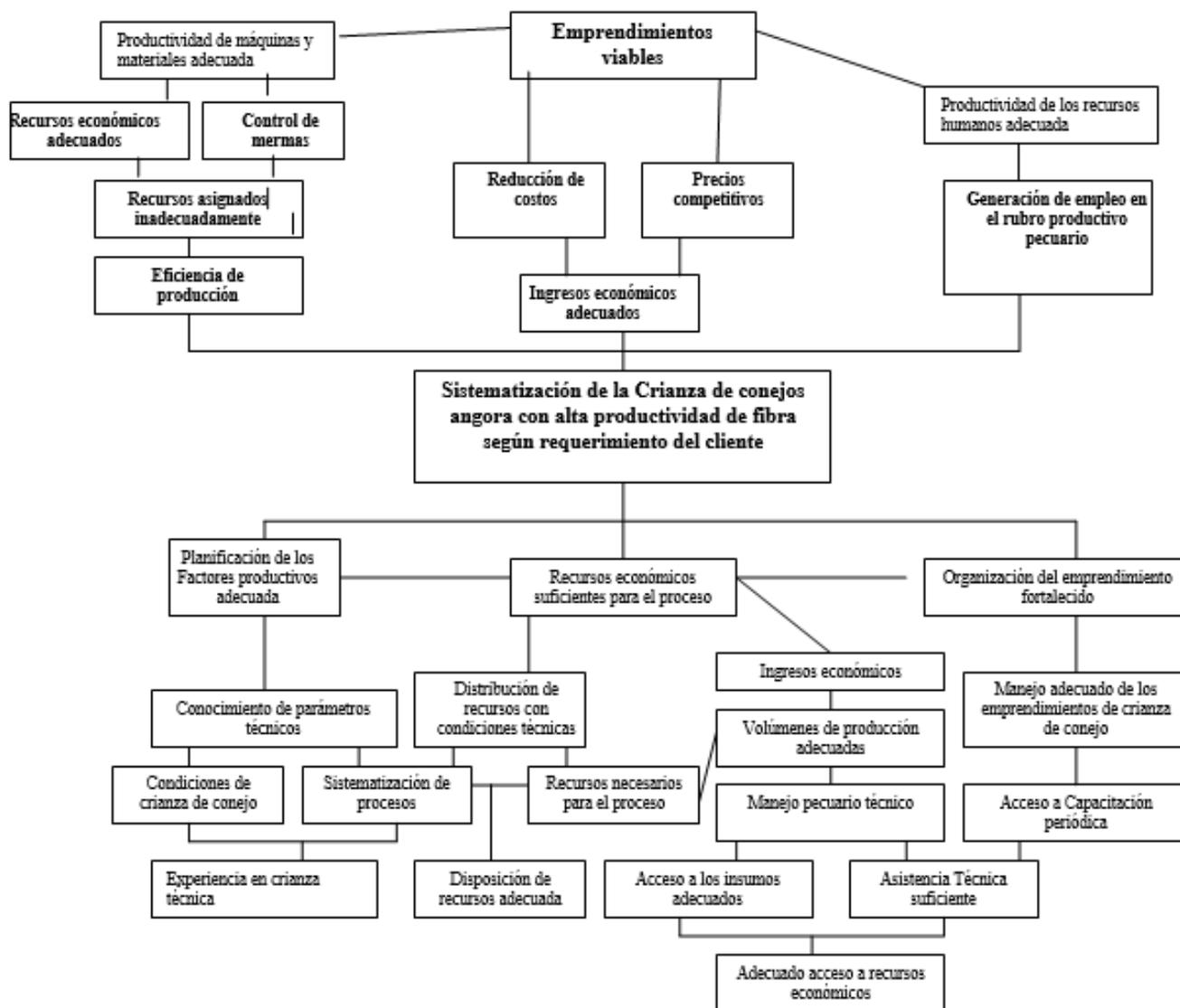
- JULIA M., R. Q. (21 de 7 de 2022). *Plan de Asignatura y Plan de secuencia didáctica, PRODUCCION DE ANIMALES MENORES*. Obtenido de <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/31581>
- López, B. (2007). *INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. Obtenido de [http://itnuevolaredo.edu.mx/takeyas/Articulos/Inteligencia Artificial/ARTICULO Introduccion a la Inteligencia Artificial.pdf](http://itnuevolaredo.edu.mx/takeyas/Articulos/Inteligencia%20Artificial/ARTICULO%20Introduccion%20a%20la%20Inteligencia%20Artificial.pdf)
- María, A., & Alejandra, S. (2010). *COCOMO-UN MODELO DE ESTIMACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE*. Obtenido de <https://blogadmi1.files.wordpress.com/2010/11/cocomo0llfull.pdf>
- Moya, B. (2010). *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INDUSTRIA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE PELO DE CONEJO*. Ecuador: QUITO/ EPN.
- Mozilla. (2022). *HTML: Lenguaje de etiquetas de hipertexto* . Obtenido de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>
- Mozilla. (2022). *Que es css*. Obtenido de developer: [https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/CSS/First\\_steps/What\\_is\\_CSS](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/CSS/First_steps/What_is_CSS)
- opentext. (2023). *Que son las pruebas funcionales*. Obtenido de <https://www.opentext.com/es-es/que-es/functional-testing#:~:text=Las%20pruebas%20funcionales%20son%20un,las%20expectativas%20del%20usuario%20final.>
- Platziteam. (2022). *Qué es Python y por qué empezar a programar con este lenguaje*. Obtenido de [https://platzi.com/blog/python/?gclid=CjwKCAiAmuKbBhA2EiwAxQnt7xUJhmpOppyk8bmRvqJFSZjtKSwUEagrNSWKL-POyvbLdMyTiLLeTBoCz\\_AQAvD\\_BwE&gclidsrc=a](https://platzi.com/blog/python/?gclid=CjwKCAiAmuKbBhA2EiwAxQnt7xUJhmpOppyk8bmRvqJFSZjtKSwUEagrNSWKL-POyvbLdMyTiLLeTBoCz_AQAvD_BwE&gclidsrc=a)
- Reyna, O., Noguez, J., Hernández, D., & Cortés, G. (2014). *Selección genética de conejos gers*. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencia Agropecuarias T-II/Articulo\\_20.pdf](https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencia%20Agropecuarias%20T-II/Articulo_20.pdf)
- Temitayo , M., Surendra , C., & Oludayo, O. (2019). *A Reproducible Knowledge Management System with Visualization for Preserving Rabbit Farming*. Obtenido de semantic scholar: <https://pdfs.semanticscholar.org/0f78/2b28b7fbc3030dcaa95f836316825d136c71.pdf>
- Vanessa, R., Mónica, H., & Alejandro, V. (2016). *Taxonomías de técnicas y herramientas para la Ingeniería del Conocimiento: guía para el desarrollo de proyectos de conocimiento*. Obtenido de <https://www.scielo.cl/scielo.php?pi>
- yeePLY. (2021). *Qué son las pruebas unitarias* . Obtenido de <https://www.yeePLY.com/blog/tendencias-habilidades/que-son-pruebas-unitarias/>

## ANEXOS

## ANEXO A. ÁRBOL DE PROBLEMAS



## ANEXO B. ÁRBOL DE OBJETIVOS



## ANEXO C. ESQUILADO DE FIBRA DE CONEJO

- Conejos



Conejos destinados a la producción de fibra.

- Jaulas



Jaulas destinadas para la cría de conejos.

- Inspección de los conejos



Inspección de las características actuales del conejo para su producción de fibra.

- Esquilado de conejos



Recolección de fibra de los conejos que cumplen con las condiciones establecidas para el esquilado.

- Fibra recolectada



fibra recolectada del conejo para su producción.

- Conejos esquilados



**ANEXO D. VALIDACIÓN EMPÍRICA DEL SISTEMA EXPERTO**

Realizar pruebas y experimentos controlados donde se comparen las respuestas del sistema experto con decisiones tomadas por expertos humanos.

<b>DATOS CONEJO</b>	<b>EXPERTO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>VALIDES</b>
Coneja, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, embarazada, tiempo cumplido, sin crías, primera vez que se esquila, buen peso.	Si se puede esquilar.	Si se puede esquilar.	X
Coneja, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, desarrollo, sin crías, primera vez que se esquila, peso normal.	Si se puede esquilar.	Si se puede esquilar.	X
Coneja, tamaño de pelo menor a 7cm, edad joven, embarazada, tiempo incompleto, con crías, peso normal.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X
Coneja, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, descanso, tiempo cumplido, con crías, primera vez que se esquila, peso bajo.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X
Coneja, tamaño de pelo menor a 7cm, edad adulta, crianza, tiempo cumplido, con crías, ya se esquiló, sin descansar, mal peso.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X
Coneja, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, descanso, tiempo incompleto, sin crías, primera vez que se esquila, peso bajo.	Si se puede esquilar.	No se puede esquilar.	O
Coneja, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, desarrollo, sin crías, primera vez que se esquila, peso pésimo.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X
Conejo, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad joven, desarrollo, mal peso.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X
Conejo, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad gazapo, lactando, tiempo cumplido, peso normal.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X
Conejo, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, descanso, tiempo incompleto, primera vez que se esquila, buen peso.	Si se puede esquilar.	Si se puede esquilar.	X

Conejo, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, descanso, tiempo incompleto, primera vez que se esquila, peso normal.	Si se puede esquilar.	Si se puede esquilar.	X
Conejo, tamaño de pelo menor a 7cm, edad joven, desarrollo, peso normal.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X
Conejo, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad adulta, descanso, tiempo incompleto, primera vez que se esquila, peso bajo.	Si se puede esquilar.	No se puede esquilar.	O
Conejo, tamaño de pelo menor a 7cm, edad adulta, descanso, tiempo incompleto, primera vez que se esquila, buen peso.	Si se puede esquilar.	Si se puede esquilar.	X
Conejo, tamaño de pelo mayor a 7cm, edad gazapo, lactando, tiempo cumplido, buen peso.	No se puede esquilar.	No se puede esquilar.	X

El Sistema Experto ha alcanzado un nivel de confianza del 86.6% tras realizar pruebas de comparación entre el resultado del Sistema Experto y los resultados del experto humano.

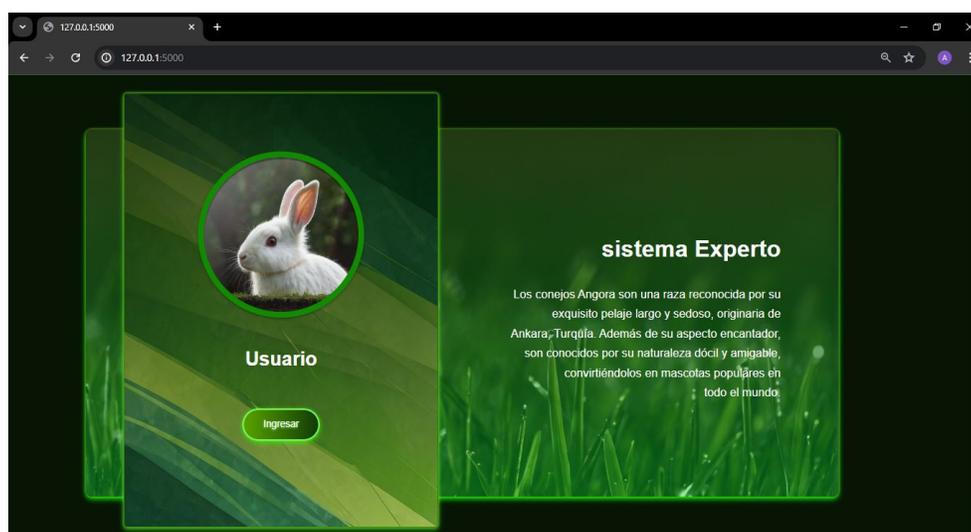
## ANEXO E. MANUAL DE USUARIO

### Objetivo

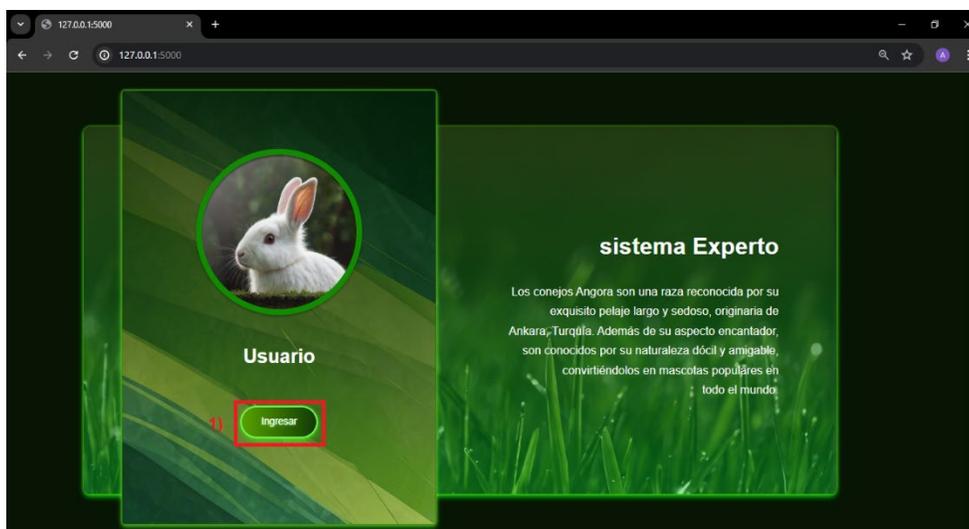
El Sistema Experto para optimizar el proceso de producción de fibra de conejo angora desarrollado en Python para la web, tiene como objetivo realizar el diagnóstico de la producción de fibra de conejo angora en base a un formulario y proporcionar información sobre la producción de fibra, de manera que esta información pueda llegar a la población de cunicultores, lo que permite optimizar la producción de fibra.

### Guía de usuario

Ingresar al sistema: Ingresar a la página principal del sistema a través de un navegador.



Ingresar al formulario: una vez en la página principal del sistema, se encontrará el botón para ingresar al formulario.



1) Botón para ingresar el formulario.

Tras hacer clic en el botón “ingresar”, el formulario se cargará de manera inmediata.

Sistema de Producción de Pelo

127.0.0.1:5000/formulario

### Sistema de Estado del Conejo Angora

2)

¿Cual es el genero del conejo?

Macho

Hembra

¿Cual es la edad del que tiene actualmente el conejo?

Gazapos (menos de 3 meses)

¿En que estado se encuentra actualmente?

sin estado

¿Cuantos tiempo lleva en el estado actual? (dias)

¿Que Tamaño tiene el pelo actualmente? (centímetros):

¿Es la primer esquitado que tiene el conejo?

si

no

cuantos dias pasaron de su último esquitado:

0

¿Que Peso tiene actualmente el conejo? (kg):

¿Cual fue el peso del conejo anteriormente? (kg):

Obtener Recomendaciones

Volver 3)

2) Preguntas del formulario.

3) Botón salir, si se quiere salir del formulario.

En la página del formulario, debes completar los campos con información del conejo, en caso de querer salir del formulario, se debe hacer clic en el botón Salir.

The screenshot shows a web browser window with the URL '127.0.0.1:5000/1formulario'. The page title is 'Sistema de Estado del Conejo Angora'. The form contains the following elements:

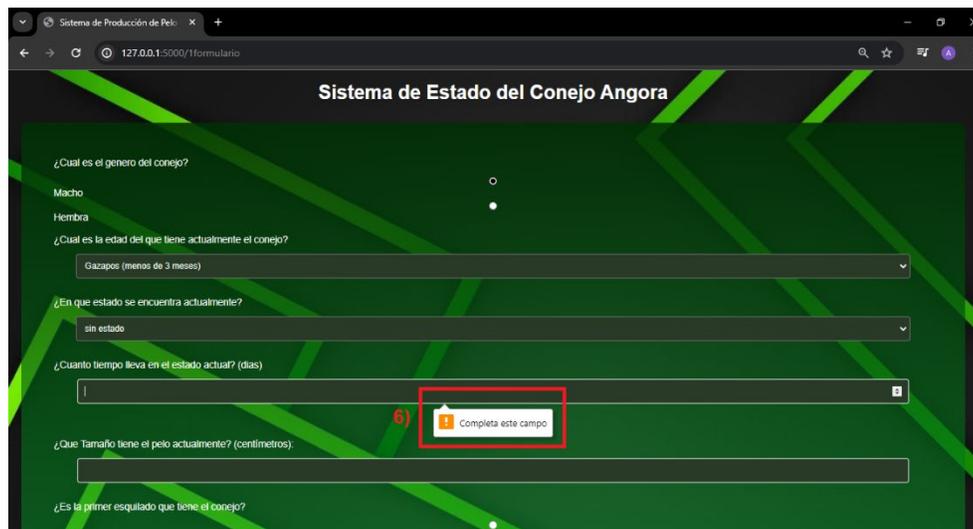
- Question: '¿Cual es el genero del conejo?' with radio buttons for 'Macho' and 'Hembra'. A red box labeled '4)' highlights the 'Macho' radio button.
- Question: '¿Cual es la edad del que tiene actualmente el conejo?' with a dropdown menu showing 'Gazapos (menos de 3 meses)'. A red box labeled '4)' highlights this dropdown.
- Question: '¿En que estado se encuentra actualmente?' with a dropdown menu showing 'sin estado'.
- Question: '¿Cuanto tiempo lleva en el estado actual? (dias)' with a text input field. A red box labeled '5)' highlights this field.
- Question: '¿Que Tamaño tiene el pelo actualmente? (centímetros):' with a text input field.
- Question: '¿Es la primer esquiado que tiene el conejo?' with radio buttons for 'si' and 'no'. The 'si' radio button is selected.
- Question: '¿cuantos dias pasaron de su último esquiado:' with a text input field containing the number '0'.
- Question: '¿Que Peso tiene actualmente el conejo? (kg):' with a text input field.
- Question: '¿Cual fue el peso del conejo anteriormente? (kg):' with a text input field.
- Submit button: 'Obtener Recomendaciones'.
- Back button: 'Volver'.

4) Preguntas de tipo selección.

5) Preguntas de tipo numérico.

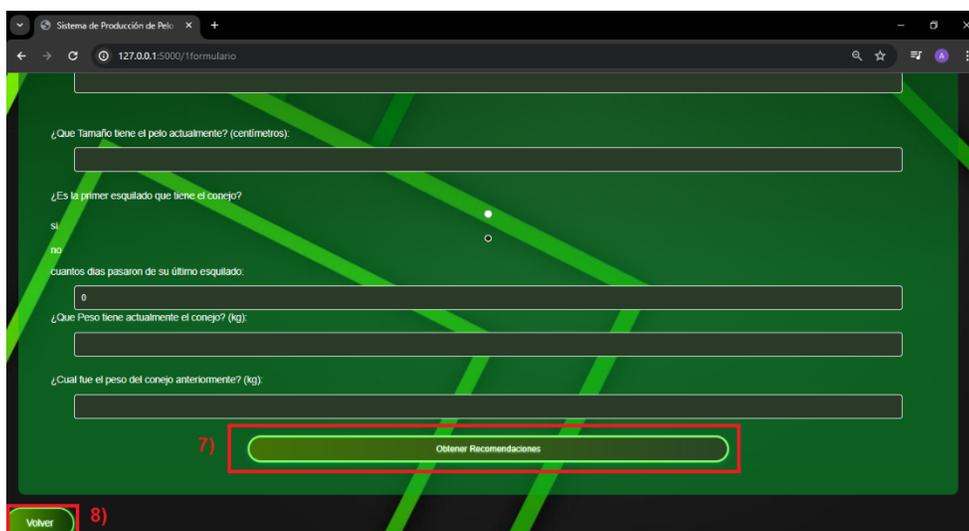
Cada campo del formulario solo aceptara valores validos correspondientes al tipo de información que requiera cada campo.

Si se envía la información con campos vacíos o algún tipo de error, se mostrará un mensaje en el campo indicando el error, debe completar los campos básicos o corregir los errores para poder continuar el formulario.



6) Mensaje de erro, al hacer clic en el botón Diagnosticar sin contestar los campos o tener campos incorrectos.

Tras completar todos los campos, debe hacer clic en el botón diagnóstico.



7) Botón de diagnóstico, para obtener el diagnóstico del formulario realizado.

8) Botón de regresar, al inicio.

Luego de hacer clic en el botón Diagnosticar, se cargará la página obteniendo el resultado del formulario.



9) Resultado del diagnóstico, para la producción de fibra.

10) Recordación del diagnóstico, para la producción de fibra del conejo.

11) Botón de regresar, para restablecer el formulario.

## ANEXO F. MANUAL TÉCNICO

### Objetivo

Describir las características del software y hardware para un correcto funcionamiento.

### Requerimientos del sistema

Hardware: computadora con un procesador mayor a Core-dual, memoria RAM de 4Gb, disco duro mayor a 500Gb y enrutador de red ethernet / Wi-fi.

Software: sistema operativo Windows, navegador web (Chrome, Opera, Firefox).

### Guía técnica

Guía de pasos necesarios para alojar el sistema en un servicio de hosting:

N	PASO	DESCRIPCIÓN
1	Preparación	Realiza una copia de seguridad de todos los archivos del sistema.
2	Elección del hosting	Selecciona un proveedor de hosting confiable y adecuado para tus necesidades.
3	Registro de cuenta	Regístrate para obtener una cuenta en el servicio de hosting seleccionado.
4	Acceso al panel de control	Accede al panel de control del hosting utilizando las credenciales proporcionadas por el proveedor.
5	Subida de archivos	Transfiere los archivos del sistema al servidor mediante el panel de control del hosting.
8	Configuración del sistema	Actualice las configuraciones requeridas en los archivos del sistema para garantizar una conexión fluida y sin problemas.
9	Pruebas y correcciones	Realiza pruebas exhaustivas y correcciones de todos los errores para asegurar que el sistema funcione correctamente.
10	Monitoreo y mantenimiento	Supervisa el rendimiento del sistema y realiza tareas de mantenimiento regularmente para garantizar su correcto funcionamiento.

# AVAL DE CONFORMIDAD

(TUTOR METODOLÓGICO)

El Alto, 12 de junio de 2024

Señor:

Lic. Ing. William Roque Roque

**DIRECTOR DE CARRERA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Presente. –

## REF. AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido director de carrera:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: SISTEMA EXPERTO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCION DE FIBRA DE CONEJO ANGORA.

MODALIDAD: TESIS DE GRADO

Univ. Alvaro Bruno Arratia Sumi

Registro Universitario: 200021327

Cedula de Identidad: 12699557 LP

Para su defenza pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente,



.....  
M. Sc. Lic. Ing. ARGUEDAS BALLADARES MARISOL  
TUTOR METODOLÓGICO  
TALLER DE GRADO II

# AVAL DE CONFORMIDAD

(TUTOR ESPECIALISTA)

El Alto, 12 de junio de 2024

Señor:

M. Sc. Lic. Ing. ARGUEDAS BALLADARES MARISOL

**TUTOR METODOLÓGICO**

**TALLER DE GRADO II**

Presente. –

## REF. AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: SISTEMA EXPERTO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCION DE FIBRA DE CONEJO ANGORA.

MODALIDAD: TESIS DE GRADO

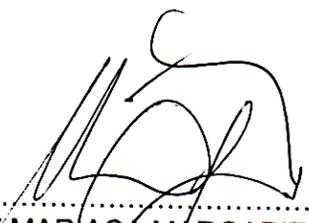
Univ. Alvaro Bruno Arratia Sumi

Registro Universitario: 200021327

Cedula de Identidad: 12699557 LP

Para su defenza pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente,



.....  
Lic. LOPEZ MARIACA MARGARITA BERNARDA  
TUTOR ESPECIALISTA

# **AVAL DE CONFORMIDAD**

(TUTOR REVISOR)

El Alto, 12 de junio de 2024

Señor:

M. Sc. Lic. Ing. ARGUEDAS BALLADARES MARISOL

**TUTOR METODOLÓGICO**

**TALLER DE GRADO II**

Presente. –

## **REF. AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: SISTEMA EXPERTO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCION DE FIBRA DE CONEJO ANGORA.

MODALIDAD: TESIS DE GRADO

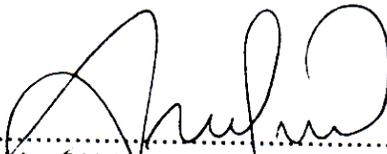
Univ. Alvaro Bruno Arratia Sumi

Registro Universitario: 200021327

Cedula de Identidad: 12699557 LP

Para su defenza pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente,



M. Sc. Lic. QUISBERT VILELA ADRIAN EUSEBIO  
TUTOR REVISOR