

Software para el sistema automatizado de identificación y pesaje de cuyes, utilizado en la  
Universidad CESMAG.

Leidy Marisol Gómez Salcedo  
Alexis Valentino Barco Chamorro

Universidad CESMAG  
Programa de ingeniería electrónica  
Decimo Semestre  
San Juan de Pasto  
2024

Software para el sistema automatizado de identificación y pesaje de cuyes, utilizado en la  
Universidad CESMAG.

Leidy Marisol Gómez Salcedo  
Alexis Valentino Barco Chamorro

Asesor

John Evert Barco Jiménez

Proyecto de Trabajo de Grado presentado al comité Curricular del Programa de Ingeniería  
Electrónica en la modalidad de Estancia en Línea

Universidad CESMAG  
Programa de Ingeniería Electrónica  
Decimo Semestre  
San Juan de Pasto  
2024

**Nota de Aceptación**

Aprobado por el Comité Curricular en cumplimiento de los  
requisitos exigidos por la Universidad CESMAG  
para optar al título de Ingeniero Electrónico

John Evert Barco Jiménez

---

Asesor

Nombre Jurado 1

---

Jurado

Nombre Jurado 2

---

**Página de nota de exclusión de responsabilidad intelectual**

“El pensamiento que se expresa en esta obra es exclusivamente responsabilidad de su autor y no compromete la ideología de la Universidad CESMAG”

### **Dedicatoria Primer estudiante**

Con amor y gratitud a mi madre, por su apoyo incondicional, y a mi padre, cuyo legado hizo esto posible.

A quien empezó este camino sin saber lo que pasaría y a quien, hoy, sabe que es capaz de hacer cualquier cosa que desee. Que esta tesis sea el recordatorio de mi fortaleza y una promesa de que jamás dejaré de confiar en mis posibilidades.

## **Dedicatoria Segundo estudiante**

## Contenido

Nota de Aceptación .....	3
Página de nota de exclusión de responsabilidad intelectual .....	4
Dedicatoria Primer estudiante .....	5
Dedicatoria Segundo estudiante .....	6
Introducción.....	13
1. El problema de investigación .....	14
1.1 Objeto de Investigación.....	14
1.2 Línea de Investigación .....	14
1.3 Sub línea.....	14
1.4 Descripción del Problema .....	14
Formulación del Problema .....	16
1.5 Objetivos .....	16
1.5.1 Objetivo General.....	16
1.5.2 Objetivos Específicos .....	16
1.6 Justificación.....	16
1.7 Delimitación .....	19
2. Tópicos del Marco Teórico.....	20
2.1 Antecedentes .....	20
2.1.1 Telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno.....	20
2.1.2 Sistema web para el control administrativo de la granja de cuy Procu y Mantaro 2021.....	21
2.1.3 Desarrollo de un software móvil para mejorar el proceso de producción de crianza de los pollos en granjas de la empresa avícola el Roscio S.A.....	22

2.1.4	Sistema de pesaje automatizado que facilita el manejo de cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> )	22
2.1.5	Implementación de un sistema de identificación orientado a la web para el control y seguimiento pecuario de una finca con el uso de tecnología RFID.....	23
2.2	Enunciado de los supuestos teóricos. ....	24
2.2.1	Cadena de cuyes en Nariño. ....	24
2.2.2	Sistema de pesaje.....	26
2.2.3	Software de pesaje. ....	29
2.2.4	Metodología SCRUM.....	32
3.	Metodología.....	36
3.1	Secuencia Metodológica .....	36
3.2	Técnicas de recolección de información .....	39
3.2.1	Validez de la técnica.....	39
3.2.2	Confiabilidad de las técnicas de recolección .....	40
3.3	Instrumentos de recolección de información .....	40
3.4	Productos.....	41
4.	Resultados.....	43
4.1	Identificar los requerimientos y necesidades del usuario final para el software de visualización y análisis de datos de peso y temperatura. ....	43
4.1.1	Tabla de Requerimientos .....	45
4.1.2	Explicación de la tabla:.....	46
4.2	<i>Desarrollar una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para la visualización de los datos de peso y temperatura.....</i>	<i>47</i>
4.2.1	Definición elementos para el diseño de la interfaz gráfica (GUI).....	50
4.3	Implementar algoritmos de análisis estadístico para procesar y extraer información relevante de los datos de peso y temperatura. ....	64

4.4	Realizar pruebas y validaciones del software .....	71
5.	Análisis y discusión de resultados .....	78
5.1	Análisis y Discusión del Objetivo: Identificar los Requerimientos y Necesidades del Usuario Final para el Software de Visualización y Análisis de Datos de Peso y Temperatura	78
5.2	Análisis y discusión de resultados del objetivo: Desarrollar una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para la visualización de los datos de peso y temperatura.	79
5.3	Análisis y Discusión de Resultados para el Objetivo 4.3: Implementar Algoritmos de Análisis Estadístico para Procesar y Extraer Información Relevante de los Datos de Peso y Temperatura. ....	81
5.4	Análisis y discusión de resultados del objetivo 4.4: Realizar pruebas y validaciones del software, garantizando su confiabilidad y eficiencia en la gestión de los datos de pesaje de cuyes. ....	82
6.	Conclusiones.....	85
7.	Recomendaciones .....	86
8.	Trabajos futuros .....	88
	Referencias .....	91
9.	Anexos .....	94
	Anexo A. Código fuente del software. ....	94
	Anexo B. Encuesta de Satisfacción y Análisis de Resultados.....	100

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> .....	46
<b>Tabla 2.</b> .....	75
<b>Tabla 3.</b> .....	76
<b>Tabla 4.</b> .....	80

**Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> .....	26
<b>Figura 2</b> .....	27
<b>Figura 3</b> .....	27
<b>Figura 4</b> .....	28
<b>Figura 5</b> .....	28
<b>Figura 6</b> .....	33
<b>Figura 7</b> .....	43
<b>Figura 8</b> .....	44
<b>Figura 9</b> .....	45
<b>Figura 10</b> .....	51
<b>Figura 11</b> .....	52
<b>Figura 12</b> .....	53
<b>Figura 13</b> .....	53
<b>Figura 14</b> .....	54
<b>Figura 15</b> .....	56
<b>Figura 16</b> .....	56
<b>Figura 17</b> .....	58
<b>Figura 18</b> .....	59
<b>Figura 19</b> .....	60
<b>Figura 20</b> .....	65
<b>Figura 21</b> .....	66
<b>Figura 22</b> .....	67
<b>Figura 23</b> .....	68
<b>Figura 24</b> .....	69
<b>Figura 25</b> .....	69
<b>Figura 26</b> .....	70
<b>Figura 27</b> .....	71
<b>Figura 28</b> .....	94
<b>Figura 29</b> .....	95

<b>Figura 30</b> .....	96
<b>Figura 31</b> .....	97
<b>Figura 32</b> .....	98
<b>Figura 33</b> .....	98
<b>Figura 34</b> .....	99
<b>Figura 35</b> .....	99

## Introducción

El presente proyecto de investigación se enfocó en la creación de un software para el sistema de identificación y pesaje de cuyes en la Universidad CESMAG. La cría de cuyes fue una actividad económica de gran relevancia en la región y requirió una gestión adecuada para maximizar su producción y rentabilidad. La identificación y el registro del peso de cada animal fueron aspectos cruciales para el seguimiento y control de su crecimiento y salud. Aunque el proceso de pesaje ya estaba automatizado en la Universidad CESMAG, la gestión de la información se realizaba manualmente, lo que podía llevar a errores y omisiones. Por lo tanto, se propuso desarrollar un software especializado que permitiera una gestión más eficiente y precisa de la información mediante el procesamiento y almacenamiento automatizado de los datos.

El software fue diseñado para procesar los datos de pesaje de los cuyes y almacenarlos en una base de datos, permitiendo un acceso rápido y sencillo a la información de cada animal. El sistema contó con una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, que facilitó la consulta y actualización de los datos de cada cuy, así como la generación de reportes y estadísticas relevantes para la toma de decisiones.

Este proyecto tuvo como objetivo mejorar la calidad y rentabilidad de la cría de cuyes en la Universidad CESMAG a través de la implementación de una solución tecnológica avanzada y especializada en el manejo de la información de pesaje de los animales. Asimismo, contribuyó al desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas para la industria agropecuaria en la región y a la formación de recursos humanos altamente capacitados en el área de tecnología y producción agropecuaria.

## **1. El problema de investigación**

### **1.1 Objeto de Investigación**

Software para visualizar, recopilar y hacer análisis estadísticos de los datos obtenidos por el sistema automatizado de identificación de pesaje para cuyes.

### **1.2 Línea de Investigación**

Automatización y control.

### **1.3 Sub línea**

control de procesos.

### **1.4 Descripción del Problema**

La producción de cuyes es una actividad económica importante en la región de Nariño. La Universidad CESMAG cuenta con un sistema automatizado de identificación y pesaje para los cuyes que pertenecen al grupo de investigación RAMPA, el cual almacena información sobre características como el peso y la temperatura corporal de los cuyes que se encuentran en el sitio de trabajo, ya sea una granja o un criadero destinado a la producción de estos animales. Sin embargo, este sistema de pesaje no cuenta con una herramienta de software que facilite la extracción, visualización y recopilación de los datos de pesaje y temperatura de los animales, lo que permitiría realizar un análisis estadístico y un seguimiento a lo largo del tiempo de crianza para determinar si los animales se encuentran en condiciones ideales para su producción.

Según la Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA (2018), “El monitoreo constante de las características del cuy, como el peso y la temperatura corporal, es fundamental para determinar el estado de salud del animal y así garantizar una producción óptima y de alta calidad”. Sin embargo, la ausencia del software dificulta la interacción que los expertos (veterinarios y zootecnistas) y productores podrían tener para evaluar al animal bajo estándares de calidad y salud, lo que provoca que los datos sobre el estado de salud de los cuyes sean desaprovechados.

Además, la imposibilidad de transferir los datos almacenados en la tarjeta SD hacia el software de manera automatizada y sin errores técnicos representa un problema crítico, ya que aumenta el riesgo de pérdida de información valiosa. Este obstáculo se vuelve especialmente preocupante en el contexto del monitoreo del peso y la temperatura de los cuyes, donde la recolección y análisis de datos precisos es fundamental para garantizar su adecuada producción.

Por lo tanto, se propone desarrollar un software que permita la extracción, visualización y recopilación de los datos de pesaje y temperatura de los cuyes, con el fin de realizar un análisis estadístico y un seguimiento durante el transcurso del tiempo de crianza, lo que permitirá determinar si los animales se encuentran en condiciones ideales para su producción. Asimismo, se busca desarrollar una funcionalidad de traslado de datos que permita transferir los datos de manera automática y sin fallas técnicas.

El no contar con estas herramientas tecnológicas provoca la pérdida de la oportunidad para fortalecer una cadena productiva de gran potencial en la región de Nariño. Afirmo Gildardo Realpe Muñoz (2016) en su investigación que “la existencia de un sistema de producción de cuy inadecuado e insostenible se genera por una escasa y deficiente planificación de la producción, el débil conocimiento del manejo técnico en su ciclo productivo y reproductivo, escasa tecnificación, malas técnicas en la alimentación y deficiente control de enfermedades y plagas”. Sin el uso de estas herramientas tecnológicas y la falta de transmisión de los datos necesarios para entender el estándar del animal, no se podrán realizar las adaptaciones y las tomas de decisiones necesarias para fortalecer la seguridad y salud, para que los cuyes puedan seguir siendo criados y puestos en producción, estancando así la comercialización correcta y de alta calidad de estos animales.

Este trabajo busca contribuir a mejorar la producción de cuyes en la región de Nariño, brindando una herramienta tecnológica que permita mejorar la calidad y salud de los animales y, en consecuencia, mejorar la comercialización y rentabilidad de la cadena productiva. Además, se espera generar un impacto positivo en la economía de la región al fortalecer esta actividad económica.

## **Formulación del Problema**

¿Cuáles son las características que debe tener el software para visualizar, recopilar y hacer análisis estadístico a los datos del sistema automatizado de identificación y pesaje para cuyes de manera eficiente?

### **1.5 Objetivos**

#### ***1.5.1 Objetivo General***

Desarrollar un software que permita visualizar, recopilar y analizar estadísticas sobre los datos de peso generados por el sistema automatizado de pesaje del grupo RAMPA.

#### ***1.5.2 Objetivos Específicos***

1. Identificar los requerimientos y necesidades del usuario final para el software de visualización y análisis de datos de peso y temperatura.
2. Diseñar una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para la visualización de los datos de peso y temperatura.
3. Implementar algoritmos de análisis estadístico para procesar y extraer información relevante de los datos de peso y temperatura.
4. Realizar pruebas y validaciones del software, garantizando su confiabilidad y eficiencia en la gestión de los datos de pesaje de cuyes.

### **1.6 Justificación**

La producción de cuyes es un sector productivo importante en muchos países de América Latina y ha sido una fuente de ingresos para muchas familias rurales. La Ing. Lilia Chauca de Zaldívar (2017) afirma que "la crianza de cuyes constituye una actividad importante en la actualidad y se ha visto generalizada en el ámbito rural para el autoconsumo, ya que por su alto valor proteico mejora la alimentación del poblador andino y también constituye un rubro importante en los ingresos con la venta de excedentes o para cambiar por diversos productos a través del trueque". Sin embargo, la existencia de un sistema de producción inadecuado e insostenible ha generado problemas en la calidad y rentabilidad de la producción.

El proyecto busca innovar en el sector de la crianza de cuyes, ya que actualmente no existe un software especializado que permita una visualización en tiempo real de los datos de pesaje, su recopilación automática y un análisis estadístico detallado que identifique patrones y tendencias en el crecimiento y la salud de los animales. Por lo tanto, el desarrollo de este software representaría una novedad significativa en el sector. A pesar de que la tecnología puede ser una herramienta valiosa para mejorar el proceso de producción de cuyes, su potencial ha sido subutilizado en este sector.

La falta de planificación, conocimiento técnico, tecnificación, técnicas adecuadas de alimentación y control de enfermedades y plagas han limitado el desarrollo de un sistema productivo más eficiente y sostenible. Por tanto, este proyecto de grado se enfocará en desarrollar un sistema de software especializado que permita mejorar la gestión de la producción de cuyes a través de la automatización de procesos y el análisis de datos. Con la implementación de este sistema, se espera lograr una producción de mayor calidad y rentabilidad, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la producción de cuyes.

La utilización de un software para la recolección de datos y su posterior análisis en la determinación del estado de salud de los cuyes es una innovación en la crianza de estos animales que puede tener un impacto significativo en la productividad y rentabilidad del sector. Esta tecnología permitiría una recolección de datos más precisa y eficiente en comparación con los métodos manuales tradicionales, reduciendo los errores y el tiempo de trabajo necesario para realizar esta tarea. Además, al usar los datos recopilados para determinar el estado de salud de los animales, se podrían identificar problemas de salud en una etapa temprana, permitiendo una intervención más oportuna y reduciendo la mortalidad y el costo asociado a tratar enfermedades avanzadas.

Con la implementación de este software especializado, se podrá transmitir la información almacenada en la memoria SD de manera inalámbrica, facilitando la visualización de la información tanto para los encargados de la crianza de los cuyes como para los colaboradores que necesiten acceder a algún tipo de información sobre el animal o deseen dejar alguna observación adicional. Esto agilizará el proceso de comunicación, que normalmente puede tardar más con los métodos manuales tradicionales.

El software permitirá la visualización de los datos de pesaje en tiempo real, así como su recopilación automática, lo que permitirá un monitoreo más preciso y detallado del proceso de

pesaje de cuyes. Además, la función de análisis estadístico permitirá la identificación de patrones y tendencias en el crecimiento y la salud de los cuyes, ayudando a definir los problemas de salud que puedan surgir o cualquier otra irregularidad en el proceso de crianza. Esto permitirá realizar análisis estadísticos en los que se medirán y compararán variables que evidencien alguna rareza en su desarrollo a lo largo del tiempo. Como resultado, se obtendrá la línea de tendencia del comportamiento de los cuyes, lo que esperamos se traduzca en un incremento de la calidad, generando una amplia demanda y rentabilidad para la producción y su respectiva venta.

Por estas razones, la creación del software especializado para la visualización, recopilación y análisis estadístico de los datos obtenidos por el sistema automatizado de identificación y pesaje para cuyes es necesaria. Como indican Dania M<sup>a</sup> Orellana López y M<sup>a</sup> Cruz Sánchez Gómez (2006) en su investigación para los registros de datos en entornos virtuales, “el registro de los datos obtenidos en la aplicación de las técnicas de recolección constituye un aspecto importante dentro del trabajo de campo, ya que de estos datos depende la construcción, comprensión o interpretación de la situación en estudio”. Se espera que este software tenga un impacto significativo en la eficiencia y precisión del proceso de pesaje de cuyes, lo que a su vez resultará en una mejora en la calidad de los productos finales y en la satisfacción del cliente, ya que permitirá ajustar la alimentación y el manejo de los animales para maximizar su crecimiento y salud. De esta forma, se puede apoyar el proceso de producción para generar condiciones favorables que permitan a los cuyes alcanzar un peso adecuado y estar en óptimas condiciones para su comercialización.

Además, se pueden implementar medidas de control sanitario para evitar la propagación de enfermedades y favorecer la salud de los cuyes. Esto puede incluir la separación de animales enfermos y la desinfección adecuada de las instalaciones para reducir el riesgo de infección.

Otra medida importante es la selección cuidadosa de los animales que se utilizan para la cría. Al seleccionar animales de buena calidad genética, se puede mejorar la calidad de los productos finales en términos de peso, sabor, textura y otros factores importantes. Además, la selección de animales sanos y vigorosos puede reducir el riesgo de enfermedades y mejorar la eficiencia del proceso de producción.

La viabilidad de la investigación se basa en la utilización de un software sofisticado, en el cual se emplearán técnicas estadísticas comúnmente utilizadas en la industria para el análisis de datos.

El aporte de este proyecto a la disciplina de la ingeniería electrónica radica en la aplicación de un software para la organización y revisión precisa de los datos de los animales, con el fin de optimizar los procesos de producción en el sector agroindustrial. Además, el análisis estadístico de los datos recopilados permitirá la identificación de patrones y tendencias que pueden ser de utilidad en la toma de decisiones para la mejora del proceso de producción.

## 1.7 Delimitación

**Metodología:** El desarrollo del software para el sistema automatizado de identificación y pesaje de cuyes en la Universidad CESMAG se llevará a cabo utilizando la metodología SCRUM. Esta metodología se basa en un enfoque iterativo e incremental que permitirá a los miembros del equipo de desarrollo trabajar en colaboración y adaptarse a los cambios durante el proceso de desarrollo.

**Productos:** El producto principal de este proyecto de investigación será un software para el sistema automatizado de identificación y pesaje de cuyes en la Universidad CESMAG, así como la base de datos correspondiente. Además, se generará documentación técnica y manuales de usuario para el software desarrollado.

**Limitaciones:** El presente proyecto de investigación se enfocará únicamente en el desarrollo del software y la base de datos para el sistema automatizado de identificación y pesaje de cuyes en la Universidad CESMAG. Se excluyen del alcance del proyecto la implementación de hardware y la capacitación del personal en su uso.

## 2. Tópicos del Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 *Telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno*

carriel, g., & coello, c. (2016). Indico en su investigación el uso del HMI, son las siglas de "Human-Machine Interface" o Interfaz Hombre-Máquina en español. Se trata de una tecnología que permite a los usuarios interactuar con dispositivos electrónicos, sistemas y maquinarias de manera intuitiva y fácil de usar, utilizando una interfaz gráfica, es el equipo que ayuda a la interacción entre el operador y el sistema de telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno y el del tablero de control, por medio de una interfaz web. En el caso del ganado vacuno, utilizan pequeñas etiquetas RFID que se colocan en las orejas del animal. Estas etiquetas contienen información sobre la identificación del animal, como su número de serie, raza, fecha de nacimiento y otros datos importantes y es posible observar a través del LOGO TD y la página HTML, los valores de las etiquetas RFID, así como los medidos por las celdas de carga. Las celdas de carga son sensores de fuerza utilizados para medir la carga o peso aplicado a una estructura en la que están instaladas. En el pesaje de animales, estas celdas se utilizan en básculas para obtener mediciones precisas de su peso ya que las celdas de carga miden la fuerza ejercida por el peso del animal y generan una señal eléctrica que se transmite a un indicador o a un sistema de pesaje. La medición se muestra en una pantalla digital y se puede registrar para su posterior análisis, que corresponden al peso balanceado, el "peso balanceado resumido" se refiere a una técnica utilizada en el aprendizaje automático y la minería de datos para manejar conjuntos de datos desequilibrados. En un conjunto de datos desequilibrado, las clases o etiquetas pueden tener una distribución desproporcionada, lo que significa que una clase puede tener muchos más ejemplos que las demás.

Para el proceso de identificación, utilizaron un lector RFID que se comunica de manera inalámbrica al servidor por medio de módulos XBEE en banda de los 900Mhz. Los datos deben de estar emparejados para transmitirlos dato a través de un puerto del mismo tipo en el computador.

Los valores tomados del peso entrarán en una base de datos donde se registra la producción del animal, la fecha y hora que se hizo el ordeño y su identificación, que está asociada con la etiqueta previa lectura de la misma con el lector RFID.

Se llegó a la conclusión que es posible implementar soluciones tecnológicas de bajo costo a través del uso de hardware propietario y software libre y se logró interactuar con el sistema mediante la aplicación web diseñada y leyendo datos de variables en tiempo real.

### ***2.1.2 Sistema web para el control administrativo de la granja de cuy Coordinadora Procuyc Mantaro 2021.***

En el estudio realizado por J. Vázquez Soto, (2021) explica como en su implementación se aplicó un sistema web para aumentar la eficiencia y el margen de utilidad en el control administrativo de la granja de cuy, Para conocer el estado inicial del indicador se aplicó el Pre-Test, según ese resultado se desarrolló el sistema web y nuevamente se verificó la y el margen de utilidad en el control administrativo de la granja de cuy en la Coordinadora Procuyc Mantaro.

La asociación de productores de la Coordinadora PROCUY MANTARO, es una asociación que está conformada por 17 asociaciones distribuidas por los diferentes distritos de la provincia de Jaén y conformada por 42 socios y que ya tiene casi 6 años de creación que en el año 2019 lograron registrarse como marca actualmente los productores administran la producción por galpón de las producciones familiares cuentan con una población de 150 cuyes aproximadamente. La problemática que tiene la coordinadora Procuyc Mantaro es la falta de control administrativo específicamente en el manejo de gestión operativa y administrativa trayendo dificultades en la toma de decisiones al no saber cómo evaluar y planificar el rendimiento interno y la organización de todos los galpones de la granja de cuy que se encuentran en los diferentes distritos de la granja de cuy. Por ende, al no obtener la información hay una deficiencia en la gestión administrativa ya que hay inadecuado control en la producción de cuyes en cuanto a los ingresos y gastos, y por ello un mal manejo en la toma de decisiones de todo el control administrativo de la granja.

Se determinó que el sistema web aumentó el porcentaje de eficiencia en un 18.62 %, la confiabilidad ha sido del 95%, por lo tanto, el sistema web ha mejorado el indicador eficiencia en el control administrativo de la granja de cuyes en la coordinadora Procuyc Mantaro.

### **2.1.3 *Desarrollo de un software móvil para mejorar el proceso de producción de crianza de los pollos en granjas de la empresa avícola el Roscio S.A.***

Silva Alemán, (2014) desarrolló un software móvil para mejorar el proceso de producción de crianza de pollos en granjas de la empresa Avícola El Rocío SA. El autor decidió realizar una gestión de control para probar el funcionamiento del software utilizando parámetros.

A continuación, se presenta un check list con los parámetros para un software que puede ser útil para garantizar la calidad y eficiencia de su funcionamiento:

Funcionalidad:

¿El software cumple con todas las especificaciones y requerimientos establecidos?

¿Todas las funciones del software funcionan correctamente?

¿Se pueden realizar todas las tareas que se supone que el software debe hacer?

Usabilidad:

¿Está bien diseñada la interfaz gráfica de usuario?

¿El software es intuitivo y fácil de entender para los usuarios?

Rendimiento:

¿El software funciona de manera rápida y eficiente?

¿El software carga correctamente y no hay retrasos significativos?

¿El software consume muchos recursos en el sistema?

¿El software es fácil de mantener y actualizar?

¿Hay documentación para el mantenimiento del software?

¿El software se actualiza regularmente para corregir errores y mejorar su funcionamiento?

Pruebas:

¿El software ha sido probado exhaustivamente?

¿Se han identificado y corregido todos los errores?

¿Se ha documentado el proceso de prueba y los resultados obtenidos?

### **2.1.4 *Sistema de pesaje automatizado que facilita el manejo de cuyes (Cavia porcellus)***

Barco-Jiménez, J., Martínez, M., & Solarte, A. L. (2021) Con respecto a esta investigación indica que la producción de cuyes en el departamento de Nariño, donde la falta de automatización y tecnificación en las granjas productoras impide la producción en grandes cantidades y reduce la competitividad en comparación con las medianas especies a nivel nacional

que están optimizadas y apoyadas tecnológicamente. El manejo de cuyes a nivel tecnificado requiere de prácticas de manejo más complejas y la provisión de instalaciones especiales para hacer un mejor control de diferentes factores internos y externos. El espacio vital es importante para el manejo de cuyes en producción, ya que su reducción afecta los niveles productivos y reproductivos de los animales. Además, los procesos tradicionales y manuales de pesaje también pueden reducir el espacio vital de los cuyes.

### ***2.1.5 Implementación de un sistema de identificación orientado a la web para el control y seguimiento pecuario de una finca con el uso de tecnología RFID***

Ballestas avila, (2016) hizo mención sobre la tecnología de identificación por radiofrecuencia o RFID (Radio Frequency Identification), que permite identificar objetos a distancia sin necesidad de contacto o visual. Esta tecnología utiliza una etiqueta o tag RFID, que consiste en un microchip que va adjunto a una antena de radio para identificar unívocamente al objeto portador de la etiqueta y almacenar hasta 2 Kbyte de datos. La etiqueta RFID genera una señal de radiofrecuencia con los datos de identificación del objeto, que es capturada por un lector RFID y transmitida a una aplicación específica denominada 'middleware'. En nuestro proyecto, se va a utilizar esta misma tecnología RFID para identificar y hacer seguimiento a los animales en los cuyes en producción.

### ***2.1.6 Evaluación de un sistema de monitoreo inteligente con IoT en la crianza de pollos de carne***

Pérez Clemente (2023) evaluó un sistema de monitoreo inteligente basado en el Internet de las cosas (IoT) dentro del proceso de crianza de pollos de carne de la línea Ross 308. Este sistema recopilaba información en tiempo real sobre la temperatura, humedad, peso, pH y temperatura del agua, lo que permitió gestionar la toma de decisiones de manera más eficiente dentro del proceso productivo. La red empleaba nodos con sensores específicos conectados a través de una red de área amplia de baja potencia (LP-WAN) con tecnología LoRa, enviando los datos a un Gateway que los subía a la nube a través de internet. Además, la plataforma Ubidots se utilizó para almacenar, procesar y visualizar los datos desde el inicio hasta los 35 días del ciclo de crianza. Los resultados demostraron una mejora en la ganancia de peso y en el peso final de los pollos, gracias al control de variables clave que intervienen en su desarrollo óptimo. En

conclusión, este sistema de monitoreo inteligente demostró ser una solución tecnológica eficaz para el control de variables cruciales en la crianza de pollos de carne.

### ***2.1.7 Innovación tecnológica en el ovino de carne en Aragón***

Riaguas et al. (2024) desarrollaron un proyecto de cooperación denominado Pesovi, cuyo objetivo fue mejorar un sistema de pesaje automático de corderos para fines genéticos y comerciales. En este proyecto participaron tres organizaciones ganaderas: UPRA-Grupo Pastores, ANGRA y Casa de Ganaderos, con el apoyo de centros de investigación como CITA y Unizar (Grupo G2PM). Se implementaron dos sistemas tecnológicos que permitieron la monitorización del peso de los corderos, integrándolos en un esquema de selección genética basado en la prolificidad y la capacidad maternal de la raza Rasa Aragonesa.

### ***2.1.8 Uso de inteligencia artificial en el pesaje de cerdos***

Gómez Martínez et al. (2024) realizaron un estudio en el centro de validación de cerdos de Iluma Alliance, donde compararon dos metodologías de pesaje: la tradicional con balanza y una basada en inteligencia artificial mediante el análisis digital de imágenes. Se recolectaron datos de tres lotes de investigación con 2,174 cerdos, y los pesos registrados por el sistema de IA se correlacionaron con los obtenidos por la balanza, mostrando una alta correlación (0.989,  $p < 0.001$ ). Los resultados indicaron que el sistema de inteligencia artificial ofrece una medición precisa en tiempo real, con una similitud superior al 95 % respecto a las balanzas, además de mejorar la sensibilidad para detectar diferencias en los tratamientos en fases avanzadas del crecimiento.

## **2.2 Enunciado de los supuestos teóricos.**

### ***2.2.1 Cadena de cuyes en Nariño.***

La cadena de cuyes en Nariño es un sistema de producción y comercialización de cuyes (*Cavia porcellus*) que se desarrolla en el departamento de Nariño, ubicado en el suroeste de Colombia. Esta cadena productiva involucra a numerosos actores, desde los productores de cuyes hasta los intermediarios y comercializadores (DANE, 2015).

Los cuyes son criados en pequeñas explotaciones familiares, donde se alimentan principalmente de pasto, alfalfa y concentrados balanceados.

#### **Razas de cuyes en la región:**

**Cuy andino:** Es el cuy más común en la región andina de América del Sur. Tiene un pelaje corto y suave, y su peso oscila entre los 600 y 800 gramos.

**Cuy americano:** También conocido como cuy de Guinea, es una raza originaria de África. Es más grande que el cuy andino, llegando a pesar hasta 1,5 kg. Su pelaje es más largo y áspero.

**Cuy peruano:** Es una raza originaria de Perú, con un pelaje largo y suave. Es muy apreciado por su carne y su piel.

La edad y el peso de los cuyes varían según su raza y propósito. En general, los cuyes alcanzan la madurez sexual entre los 2 y 4 meses de edad, y su peso adulto oscila entre los 500 gramos y los 1,5 kg, dependiendo de la raza y el sexo del animal. Algunos cuyes gigantes pueden pesar hasta 2 kilogramos. El peso también puede variar según la alimentación y el cuidado que reciban. Es importante controlar el peso de los cuyes para asegurarse de que estén saludables y en condiciones óptimas para su venta o consumo.

Una vez que alcanzan el peso y la edad adecuados, los cuyes son vendidos a intermediarios que los transportan a los mercados de las principales ciudades del país.

En Nariño, la cadena de cuyes es fundamental para la economía local, ya que genera empleo y contribuye al desarrollo de las comunidades rurales. Además, el consumo de carne de cuy es muy popular en la región andina de Colombia, por lo que la demanda de este producto es alta.

La cadena de cuyes en Nariño ha sido objeto de programas y proyectos de desarrollo por parte del gobierno y organizaciones no gubernamentales, que buscan mejorar la calidad de vida de los productores y fomentar la producción sostenible y responsable.

La producción de cuyes en Nariño en el año 2020 fue de 1.719.954 animales, lo que representó un aumento del 13% con respecto al año anterior. Además, el departamento de Nariño es el segundo productor de cuyes en Colombia, después de Cundinamarca.

En cuanto a las ventas, se estima que en el año 2020 se comercializaron alrededor de 1.412.000 cuyes en la región andina de Colombia, de los cuales una gran parte provino de Nariño. La carne de cuy es muy apreciada en la gastronomía andina y se utiliza en platos típicos como el cuy asado, el cuy chactado y el cuy al horno.

El gobierno colombiano y diversas organizaciones no gubernamentales han implementado proyectos y programas para fomentar el desarrollo sostenible de la cadena productiva de cuyes en Nariño. Estos esfuerzos se enfocan en mejorar la calidad genética de los animales, fortalecer

las capacidades técnicas de los productores, promover prácticas de producción responsable y mejorar los canales de comercialización.

### 2.2.2 Sistema de pesaje.

Los sistemas de pesaje son dispositivos utilizados para medir la masa de objetos o materiales. Estos sistemas pueden variar desde básculas simples, empleadas en la cocina, hasta sistemas de pesaje industriales de alta precisión, utilizados en sectores como la industria alimentaria, farmacéutica, química y de materiales de construcción (Rodríguez, P. A., 1985).

Existen varios tipos de sistemas de pesaje, entre ellos:

**Básculas mecánicas:** Estos sistemas utilizan resortes, palancas y otras piezas mecánicas para medir la masa de un objeto.

#### Figura 1

*Balanza Mecánica BBG SP*



Nota. Balanza Mecánica BBG SP / Soluciones de pesaje / Balanzas hasta 30kg. Tomado de (BBG Soluciones De Pesaje Y Equipos Para Alimentos, 2015)

**Básculas electrónicas:** Estos sistemas emplean sensores de carga y una célula de carga para medir la masa. La célula de carga detecta la deformación causada por la carga aplicada y convierte esta deformación en una señal eléctrica que se utiliza para calcular la masa.

**Figura 2**

*Balanza Electrónica HT80148*



Nota. Balanza electrónica industrial liquidadora de precio con capacidad de carga de 40 kg.  
Tomado de (Ferretería Nacional , 2022)

**Balanzas analíticas:** Son sistemas de alta precisión, utilizados para medir pequeñas cantidades de materiales con una exactitud de hasta 0,1 miligramos.

**Figura 3**

*Balanza Analítica KERN ALJ1604A*



Nota. Serie de balanzas analíticas con elevado rango de pesaje, ahora también disponible con aprobación de homologación [M] o como balanza analítica semimicro de alta precisión.

Tomado de (NIRCO, 2019)

**Básculas de plataforma:** Se emplean para medir grandes cantidades de materiales, siendo capaces de soportar pesos de hasta varias toneladas.

**Figura 4**

*Báscula de Plataforma Plegable 200kg*



Nota. **Báscula de Plataforma Plegable de 200 kg:** Instrucciones y especificaciones técnicas para el uso, montaje y mantenimiento de una báscula plegable con capacidad de hasta 200 kg. Tomado de (RHINO, 2024)

**Sistemas de pesaje dinámicos:** Estos sistemas se utilizan para medir la masa de materiales en movimiento, como aquellos que se desplazan a través de una línea de producción, comúnmente en la industria alimentaria o de materiales de construcción.

**Figura 5**

*Controlador de Peso flexCW*



Nota. Controlador de peso flexCW: Confiabilidad y robustez para el control dinámico de peso de todo tipo de productos transportados sobre cinta, en cualquier clase de envase y presentación. Tomado de (PENTA, 2019)

Los sistemas de pesaje son fundamentales en muchas industrias para controlar la calidad y la cantidad de los materiales producidos y utilizados. Además, se emplean para verificar el peso de los productos envasados, asegurando el cumplimiento de los requisitos legales de peso y medida.

### **2.2.3 Software de pesaje.**

El software de pesaje es un programa informático diseñado para realizar y gestionar mediciones de peso de objetos o materiales. Este tipo de software es utilizado en diversas industrias, que van desde la producción y manufactura hasta la venta minorista y la logística (Lopez Vasquez, G., 2020).

El software de pesaje generalmente funciona en conjunto con una báscula o un equipo de pesaje que se conecta a una computadora para registrar y procesar los datos de peso. Algunas de las características comunes del software de pesaje incluyen:

**Control del proceso de pesaje:** El software se encarga de gestionar el proceso de pesaje, desde la recepción de los materiales hasta la emisión del informe final de pesaje.

**Registro de datos:** El software registra los datos de pesaje, como el peso, la fecha, la hora y la identificación del producto o material pesado.

**Generación de informes:** El software genera informes sobre los resultados del pesaje, permitiendo a los usuarios tomar decisiones informadas y realizar un seguimiento de la calidad de los productos.

**Gestión de inventario:** El software de pesaje también puede ayudar a gestionar el inventario de materiales y productos, manteniendo un registro de las existencias y emitiendo alertas cuando es necesario reponerlos.

**Funciones de calibración y ajuste:** Aseguran la precisión del equipo de pesaje.

**Capacidades de integración:** El software puede integrarse con otros sistemas, como sistemas de control de inventario y facturación.

Algunos ejemplos de software de pesaje incluyen **WinWedge**, **EZ Scale** y **METTLER TOLEDO Scale software**.

### Algoritmos de medición:

**Regresión lineal:** Técnica estadística utilizada para determinar la relación entre dos variables (una dependiente y otra independiente), principalmente para predecir valores futuros de la variable dependiente.:

*Ecuación 1: Ecuación de la regresión lineal simple*

$$y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$$

Donde:

- $y$  es la variable dependiente.
- $x$  es la variable independiente.
- $\beta_0$  es el intercepto.
- $\beta_1$  es el coeficiente de la pendiente, que mide el cambio en  $y$  por cada unidad de cambio en  $x$ .
- $\epsilon$  es el termino de error.

Para la regresión lineal múltiple (mas de una variable independiente):

*Ecuación 2: Ecuación de la regresión lineal múltiple*

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$$

**Análisis de correlación:** Se emplea para determinar la relación entre dos o más variables y medir el grado de asociación entre ellas, que puede ser positiva, negativa o nula.

*Ecuación 3: Ecuación del coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ )*

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde  $\bar{x}$  y  $\bar{y}$  son las medidas de  $x$  y  $y$ , respectivamente

**Análisis de tendencias:** Identifica patrones en los datos a lo largo del tiempo y predice valores futuros, pudiendo ser lineal o no lineal.

Para un ANOVA de una vía, la ecuación es:

*Ecuación 4: Ecuación para un ANOVA*

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \epsilon$$

**Análisis de varianza:** Analiza la diferencia entre dos o más grupos de datos y determina si la diferencia es estadísticamente significativa.

Para un ANOVA de una vía, la ecuación es:

*Ecuación 5: Vía ANOVA*

$$F = \frac{\text{Variación entre grupos}}{\text{Variación dentro de los grupos}}$$

Esto se calcula como:

*Ecuación 6: Vía ANOVA*

$$F = \frac{\frac{\text{Suma de cuadrados entre los grupos}}{\text{Grados de libertad entre grupos}}}{\frac{\text{Suma de cuadrados dentro de los grupos}}{\text{Grados de libertad dentro de los grupos}}}$$

**Análisis de componentes principales:** Identifica patrones y relaciones entre múltiples variables, reduciendo la dimensionalidad de los datos.

*Ecuación 7: Ecuación general de análisis de componentes principales*

$$Z = XW$$

- Z es el nuevo conjunto de variables (componentes principales).
- X es el conjunto de datos de original.
- W es la matriz de pesos (auto vectores).

Los autovalores y auto vectores de la matriz de covarianza de X se utilizan para determinar las nuevas variables (componentes).

**Análisis de clusterización:** Agrupa datos similares en un conjunto y los diferencia de otros grupos.

*Ecuación 8: Algoritmo K-Means*

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^K \sum_{x_j \in C_i} \|x_j - \mu_i\|^2$$

Donde:

- K es el número de clusters.
- $C_i$  es el I-ésimo cluster.
- $\mu_i$  es la medida (centroide) del cluster i.

- $x_j$  son los datos dentro del cluster  $i$ .

#### 2.2.4 Metodología SCRUM.

La metodología SCRUM como lo mencionaba Trigas Gallego, M. (2012) en su informe “según como la definición que nos proporciona PMI en su guía PMBOOK, un proyecto se podría definir como “un servicio temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” esta es una de las más populares en el desarrollo de software y se enfoca en la entrega continua de valor al cliente. Es un enfoque ágil que se basa en un proceso iterativo e incremental para desarrollar software. SCRUM se enfoca en el trabajo en equipo y en la colaboración para maximizar la eficiencia y la calidad del trabajo.

SCRUM utiliza roles, artefactos y eventos para planificar, monitorear y entregar el trabajo. Los roles incluyen el propietario del producto, el Scrum Master y el equipo de desarrollo. El propietario del producto se enfoca en maximizar el valor del producto y el trabajo del equipo, mientras que el Scrum Master se asegura de que el equipo de desarrollo siga los principios y prácticas de SCRUM y de eliminar cualquier obstáculo que pueda afectar el progreso del equipo. El equipo de desarrollo es responsable de entregar incrementos de trabajo de alta calidad al final de cada sprint.

Explicaba Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). En su guía definitiva del SCRUM la importancia de cada sprint como

Tema tres: ¿Cómo se realizará el trabajo elegido?

Para cada elemento del Product Backlog seleccionado, los Developers planifican el trabajo necesario para crear un Increment que cumpla con la Definición de Terminado. A menudo, esto se hace descomponiendo los elementos del Product Backlog en elementos de trabajo más pequeños de un día o menos. La forma de hacerlo queda a criterio exclusivo de los Developers. Nadie más les dice cómo convertir los elementos del Product Backlog en Increments de valor.

El Objetivo del Sprint, los elementos del Product Backlog seleccionados para el Sprint, más el plan para entregarlos se denominan juntos Sprint Backlog.

La Sprint Planning tiene un límite de tiempo de máximo ocho horas para un Sprint de un mes. Para Sprints más cortos, el evento suele ser de menor duración.

Los artefactos de SCRUM incluyen el backlog del producto, el backlog del sprint y el incremento. El backlog del producto es una lista ordenada de elementos de trabajo que se deben

completar para el producto. El backlog del sprint es una lista de elementos de trabajo que el equipo de desarrollo se compromete a completar durante el sprint. El incremento es un resultado completo del trabajo realizado durante el sprint. Los eventos de SCRUM incluyen el sprint, la reunión de planificación del sprint, la reunión diaria de SCRUM, la revisión del sprint y la retrospectiva del sprint. Estos eventos permiten al equipo de desarrollo inspeccionar y adaptar el trabajo para maximizar la eficiencia y la calidad del trabajo. En resumen, SCRUM es una metodología ágil que se enfoca en la entrega continua de valor al cliente mediante un proceso iterativo e incremental que maximiza la eficiencia y la calidad del trabajo.

### 2.2.5 Diagrama Ciclo de vida de desarrollo del software:

Este gráfico muestra las fases de la metodología SCRUM aplicadas al desarrollo del software de pesaje de cuyes. Cada ciclo (sprint) incluye planificación, desarrollo y revisión del trabajo, con entregas incrementales que permiten ajustes continuos y mejoran la eficiencia del proyecto.

**Figura 6**

*Diagrama SDLC para ciclo de vida del software*



Nota: Diagrama de ciclo de vida para el desarrollo del software, ilustra las fases a seguir adaptadas a la metodología SCRUM. Elaboración propia

#### **Backlog del Proyecto**

**Objetivo 1:** Identificar los requerimientos y necesidades del usuario final.

- Revisión bibliográfica y análisis de sistemas existentes de pesaje de cuyes.

- Identificación de funcionalidades necesarias y mejores prácticas.
- Extracción y organización inicial de datos en Excel (Actividad 2).

Aquí se define el Product Backlog, que es una lista priorizada de todas las funcionalidades que debe tener el software.

### **Planificación del Sprint**

En lugar de hacer todo el desarrollo de una vez, las actividades se distribuyen en sprint. Cada sprint cubre un conjunto de tareas.

Sprint 1:

- Crear la base de datos de los datos de peso y temperatura.
- Prototipo de la interfaz gráfica (GUI) inicial para ingresar usuarios.

Sprint 2:

- Desarrollar la funcionalidad para visualizar los datos de los cuyes.
- Implementar la búsqueda por número de cuy.

### **Desarrollo del Sprint**

Esta fase corresponde a la fase de Desarrollo en el SDLC, pero en SCRUM ocurre en ciclos iterativos (sprints).

Desarrollo Iterativo:

- El equipo se enfoca en las tareas seleccionadas para el sprint (por ejemplo, diseñar la interfaz gráfica o implementar la extracción de datos).
- La duración del sprint puede ser de 2 semanas.

### **Revisión del Sprint**

Al final de cada sprint, se realiza una revisión del trabajo hecho. Esto es equivalente a una evaluación continua en SDLC, pero de forma iterativa en SCRUM.

**Objetivo:** Evaluar el progreso y los entregables.

- Se presenta la versión funcional del software con las características completadas en el sprint.
- El equipo recibe retroalimentación del cliente y ajusta el backlog si es necesario.

### **Retrospectiva del Sprint**

Después de cada sprint, el equipo realiza una retrospectiva para identificar qué salió bien y qué se puede mejorar.

Reflexión y mejora:

- Evaluar los problemas surgidos durante el sprint.
- Definir mejoras para el próximo sprint.

### **Entrega del Software Incremental**

Cada sprint debe culminar con una entrega incremental del software. No es el producto final, pero es una versión funcional con las nuevas características.

- Incremento del Producto:
- Después de varios sprints, se va entregando un software funcional.
- Cada nueva versión incluye las funcionalidades añadidas, como los gráficos de análisis estadístico o la interfaz de usuario final.

### **Implementación Final**

Después de completar los sprints necesarios, el software final está listo para ser entregado al cliente.

#### **Entrega Final:**

- Implementación del software en el entorno del usuario final.
- Validación con usuarios (productores, zootecnistas, invitados).

### 3. Metodología

#### 3.1 Secuencia Metodológica

##### **Sprint 1:** Identificación de Requerimientos y Necesidades del Usuario

Objetivo: Identificar los requerimientos y necesidades del usuario final para el software de visualización y análisis de datos de peso.

##### **Product Backlog Items (PBI):**

1. Revisión bibliográfica y análisis de sistemas existentes de pesaje de cuyes.
2. Revisión de literatura para identificar las necesidades del usuario.
3. Análisis de sistemas existentes para identificar funcionalidades y mejores prácticas.

##### Sprint Backlog:

- Realizar la revisión bibliográfica.
- Definir requerimientos técnicos y necesidades del usuario.
- Documentar las funcionalidades necesarias.

##### **Sprint 2:** Desarrollo Inicial de la Interfaz Gráfica (GUI)

Objetivo: Desarrollar una interfaz gráfica intuitiva para la visualización de datos.

##### PBI:

1. Identificar los tipos de usuarios.
2. Diseñar las ventanas de la interfaz.
3. Implementar la funcionalidad de visualización de cuyes.

##### Sprint Backlog:

- Diseñar las ventanas de la GUI.
- Crear estructura para la visualización de datos por usuario.
- Implementar botones y elementos interactivos.

Objetivo 2: Desarrollar una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para la visualización de los datos de peso.

##### Actividad 1:

Primero se realizará una identificación de los tipos de usuarios que podrán ingresar al software, ya que cada uno de estos usuarios podrá realizar funciones específicas para colaborar e interactuar con el mismo.

Los tipos de usuarios se han identificado en un total de 3, los cuales son:

**Productores:** Estos usuarios son todo el equipo de trabajo de la empresa CuyQuer. Todas estas personas podrán entrar al software y tener acceso a todo el listado de los cuyes que se manejan para su producción, pudiendo visualizar todas sus características y el cambio que han tenido en el proceso de crianza e identificar si estos presentan alguna irregularidad.

**Zootecnistas y expertos veterinarios:** Estos usuarios colaboran en la empresa para el mantenimiento y regulación del estado de salud y otros cuidados de los cuyes. Podrán tener acceso a todo lo anteriormente descrito y, además, podrán agregar un comentario mediante un cuadro de texto puntual sobre algún cuy en específico para realizar una observación más detallada.

**Invitados:** Estos usuarios son personas externas al proyecto, como interesados de otros ámbitos o empresas que deseen conocer el proyecto. Tendrán una limitación en cuanto a las acciones que puedan realizar, para evitar el desbalance profesional proporcionado por las partes involucradas. Sin embargo, podrán ver todo el monitoreo y proceso que se realiza en el software.

#### Actividad 2:

La interfaz gráfica (GUI) es una forma visual e interactiva para que los usuarios interactúen con el software. La GUI presenta una interfaz visual con la que los usuarios pueden interactuar utilizando dispositivos de entrada como un mouse, un teclado o una pantalla táctil.

Es importante definir algunos elementos para el diseño de la interfaz gráfica, que incluirán:

**Ventanas:** El software para el SAIPC comprenderá un menú principal donde el usuario podrá registrarse dentro del software y se identificará su rol dentro del proyecto, ya sea que pertenezca al grupo encargado de la crianza de los cuyes o a los zootecnistas. También habrá una ventana con una breve introducción sobre el software y su propósito.

La siguiente ventana contendrá un listado en columnas según la secuencia de identificación de la tarjeta RFID de los cuyes. El usuario podrá elegir cuál de ellos desea ver, ya sea uno al azar o buscando el número de un cuy específico. Cabe resaltar que esta ventana incluirá un cuadro en el que el usuario podrá buscar al cuy insertando su número, tras haberlo visto en la tarjeta RFID con anterioridad, para facilitar la búsqueda.

Cuando el usuario haga clic en alguno de los cuyes listados en la ventana anterior, se abrirá otra ventana en la que se mostrará una imagen del cuy y sus características previamente obtenidas. Estas incluirán su peso en kilogramos, su estatura en centímetros y su temperatura corporal. A partir de estos datos, se podrá realizar un diagnóstico del estado de salud del cuy. En

esta ventana, habrá un apartado exclusivo para los usuarios zootecnistas, donde podrán realizar comentarios, recomendaciones u observaciones que ayuden a comprender el estado del animal.

#### Actividad 3:

Botones: Los botones principales serán los tradicionales para registrarse en el software o iniciar sesión si el usuario ya está registrado.

Otros botones en la pantalla después de iniciar sesión o registrarse permitirán al usuario seleccionar las actividades que desea realizar, de forma intuitiva, para visualizar la ventana del listado de cuyes.

#### **Sprint 4:** Algoritmos de Análisis Estadístico

Objetivo: Implementar algoritmos para el análisis de datos.

##### PBI:

1. Selección de algoritmos estadísticos.
2. Implementación de cálculos para el análisis de datos.
3. Generación de gráficos y reportes.

##### Sprint Backlog:

- Seleccionar algoritmos.
- Implementar algoritmos en el sistema.
- Validar cálculos y gráficos generados.

Objetivo 3: Implementar algoritmos de análisis estadístico para procesar y extraer información relevante de los datos de peso.

#### Actividad 1:

Existen varios algoritmos matemáticos que pueden ser útiles para la creación y análisis de gráficos estadísticos. Esta actividad se centra en identificar las técnicas que ayudarán a visualizar mejor el comportamiento de la crianza de los cuyes a lo largo del tiempo mediante datos y gráficos estadísticos.

#### **Sprint 5:** Pruebas y Validaciones

Objetivo: Realizar pruebas exhaustivas y validar el software.

##### PBI:

1. Realización de pruebas funcionales.
2. Identificación y corrección de errores.
3. Validación con usuarios finales.

Sprint Backlog:

- Ejecutar pruebas en cada funcionalidad.
- Corregir los errores encontrados.
- Realizar validaciones finales con usuarios.

Objetivo 4: Realizar pruebas y validaciones exhaustivas del software, garantizando su confiabilidad y eficiencia en la gestión de los datos de pesaje de cuyes.

Actividad 1:

Diseño y realización de pruebas para verificar la eficacia y eficiencia del software.

Identificación y corrección de errores y problemas en el software.

Validación del software con usuarios finales.

### 3.2 Técnicas de recolección de información

**Observación directa:** La información necesaria se obtendrá a partir de la medición de los cuyes en la balanza, en la cual se adaptará el software.

Se seleccionarán los cuyes que se desean pesar, se instalará la balanza en el lugar de medición y, una vez seleccionados los cuyes y habiéndose instalado la balanza, se procederá a registrar los datos de peso de cada uno de ellos en una base de datos. Registrados todos los datos de peso de los cuyes, se podrán analizar para identificar patrones y tendencias. Estos datos serán utilizados para mejorar la precisión del software y hacerlo más eficiente.

Finalmente, los datos recolectados serán visualizados en el software, lo que permitirá a los usuarios del software visualizar los datos de peso de los cuyes de manera clara y fácil de entender.

#### 3.2.1 Validez de la técnica

Se espera que la validez de la técnica de observación directa sea válida, ya que se podrán tomar medidas como la calibración regular de la pesa utilizada para asegurarse de que los datos de peso sean precisos y confiables, la selección cuidadosa de los cuyes para medir de manera que sean representativos de la población, el registro cuidadoso de los datos de peso y la verificación de la precisión de los datos registrados.

### 3.2.2 *Confiabilidad de las técnicas de recolección*

Se espera que la técnica de recolección sea confiable, ya que La observación directa es una técnica de recolección de información ampliamente utilizada. Esta técnica implica la observación directa y sistemática de los cuyes en su entorno natural o en condiciones controladas, lo que permite obtener datos precisos y detallados sobre su comportamiento, características físicas y hábitos alimenticios. La confiabilidad de esta técnica se basa en su capacidad para proporcionar información objetiva y verificable, al eliminar la posibilidad de sesgos o distorsiones que podrían surgir en otras formas de recolección de datos. Además, al ser automatizado, el sistema minimiza la intervención humana, lo que reduce aún más la posibilidad de errores o influencias subjetivas.

Como también, al seleccionar los cuyes que se desean pesar, se garantiza que los datos recopilados sean relevantes y representativos de la población objetivo. Al registrar los datos en una base de datos, se asegura que la información esté almacenada de manera segura y se facilite su análisis posterior. Al analizar los datos de peso, es posible identificar patrones y tendencias que pueden ayudar a mejorar la precisión y eficiencia del software.

Por tanto, la observación directa se considera confiable debido a su enfoque objetivo, sistemático y preciso, lo que garantiza la validez y la consistencia de los datos recopilados en el proyecto de software.

### 3.3 **Instrumentos de recolección de información**

Los instrumentos de recolección que harán parte para la realización de este proyecto son:

**Entrevistas:** Realizar entrevistas con expertos en la cría de cuyes, agricultores o usuarios potenciales del sistema. Esto ayudará a comprender mejor las necesidades y requisitos específicos del sistema, así como los desafíos y problemas que enfrentan en la identificación y pesaje de los cuyes.

**Observación directa:** Observar directamente el proceso de identificación y pesaje de los cuyes en los entornos existentes. Esto permitirá identificar los métodos y herramientas utilizados actualmente, así como los puntos problemáticos o ineficiencias que el sistema automatizado podría abordar.

**Consultas a expertos:** Consultar a veterinarios o especialistas en cuyes para obtener información sobre las características físicas y de comportamiento de los cuyes que pueden influir

en el proceso de identificación y pesaje. También pueden proporcionar información sobre las mejores prácticas en la cría de cuyes y los requisitos específicos para la identificación individual.

**Revisión de literatura y estudios previos:** Investigar y revisar la literatura científica, estudios de investigación o proyectos similares que se hayan realizado en el campo de la cría de cuyes y la identificación/pesajes automatizados. Esto ayudará a obtener información técnica y experiencias previas que puedan ser aplicables al nuevo sistema.

### 3.4 Productos

De acuerdo con la secuencia metodológica previamente descrita, se espera obtener los siguientes productos:

**Software funcional:** Este producto será el software completamente funcional que permitirá la identificación automática y el pesaje de los cuyes. El software deberá ser capaz de procesar la información y generar resultados precisos de identificación y peso de manera eficiente. Este software será el resultado de la implementación de los algoritmos y las técnicas necesarias para llevar a cabo la identificación y el pesaje de los cuyes de manera automatizada. El software deberá cumplir con los requisitos y especificaciones establecidos para garantizar su correcto funcionamiento.

**Documentación del software:** La documentación del software será un producto fundamental del proyecto, ya que permitirá a los usuarios conocer y comprender el funcionamiento del software. Esta documentación incluirá manuales de usuario y técnicos, especificaciones del software, y cualquier otra información relevante que facilite su uso y mantenimiento.

**Resultados y análisis:** Este producto se refiere a los resultados y análisis obtenidos a partir de la implementación del software. Los resultados se presentarán en forma de informes y estadísticas que permitirán evaluar el desempeño del software y su capacidad para realizar la identificación y el pesaje de los cuyes de manera eficiente y precisa. Los análisis permitirán identificar las fortalezas y debilidades del software y establecer las recomendaciones necesarias para su mejora.

**Demostración en vivo:** La demostración en vivo será un producto que permitirá mostrar el funcionamiento del software en tiempo real. Esta demostración se realizará en presencia de los usuarios y permitirá comprobar el correcto funcionamiento del software y su capacidad para

identificar y pesar los cuyes de manera automatizada. La demostración también servirá para aclarar dudas y responder preguntas relacionadas con el funcionamiento del software y su implementación.

## 4. Resultados

Se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del software de visualización y análisis de datos de peso y temperatura para cuyes. Estos resultados están organizados en función de los objetivos específicos planteados en este proyecto, lo que permitirá evaluar el grado de cumplimiento de cada uno de ellos.

A continuación, se desarrollan los resultados correspondientes a la identificación de los requerimientos del usuario final, el diseño y la implementación de la interfaz gráfica, las pruebas realizadas para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, y el análisis de los datos obtenidos a través del software. Cada resultado se acompaña de gráficas, tablas y discusiones pertinentes para proporcionar una comprensión clara y detallada de los logros alcanzados.

### 4.1 Identificar los requerimientos y necesidades del usuario final para el software de visualización y análisis de datos de peso y temperatura.

Uno de los aspectos fundamentales en la gestión de esta granja es el control riguroso del inventario de cuyes. Se lleva un registro detallado de la cantidad de cuyes machos, hembras y crías presentes en el galpón. Este dato es esencial para tomar decisiones informadas en la planificación y distribución de recursos, así como para evaluar el progreso

**Figura 7**

*Plantilla de datos registrados manualmente*

PROGRAMA CUYICOLA				REGISTRO DIARIO			
Cuy				Machos			
No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
3	24	1805	350	2	1872	R1	3
3	30	1572	362	2	1269	A1	2
3	34	1708	368	2	1728	2	3
3	17	1868	1041	2	1397	7	3
3	12	1818	1017	2	1351	U	3
3	37	1976	61	1	1757	7	2

Nota. Aquí se pueden observar la plantilla de registros que se usa manualmente aun en la granja botana. Elaboración propia.

de la población de cuyes. A continuación, se muestra una imagen del formato utilizado actualmente en la Granja Botana para el registro manual de estos datos:

El seguimiento del peso de los cuyes es otro pilar crucial. No solo se registra el peso de los animales de manera regular, sino que se ha identificado un umbral de peso específico para determinar cuándo una hembra está lista para la reproducción, situado entre 850 y 900 gramos. Esta información es fundamental para maximizar el rendimiento reproductivo de la granja. En la siguiente imagen, se puede observar el proceso de pesaje tradicional que se realiza en la Granja Botana. Elaboración Propia.

### **Figura 8**

*Proceso manual de pesaje y registro*



Nota. Proceso de pesaje tradicional en la Granja Botana. Elaboración Propia.

El proceso de crianza va más allá de la simple identificación y registro de datos. Para lograr el mejoramiento genético deseado, se emplea una selección sistemática de variables, donde el peso de los cuyes emerge como el indicador primordial. La crianza de futuros reproductores se enfoca en parejas de hembras y machos, junto con grupos de 2, 3 y 4 crías. Esta estrategia persigue el objetivo de garantizar que las crías alcancen pesos óptimos, lo cual es esencial para el éxito en el mejoramiento genético.

Además de estos aspectos, se destaca la clasificación meticulosa de los cuyes según diversas variables fenotípicas, como el peso, la edad y las características físicas. Esta información, procesada adecuadamente, proporciona una visión más profunda de la población de cuyes y permite realizar análisis estadísticos detallados. A continuación, se muestra una imagen

del área de cría en la Granja Botana, donde se observan las jaulas de lactancia utilizadas para el manejo de las crías:

### Figura 9

*Galpones de cuyes, área de lactancia*



Nota. Área destinada a la crianza de cuyes, que incluye galpones para su alojamiento y una zona específica para la lactancia, diseñada para garantizar condiciones óptimas de crecimiento y cuidado de las crías. Elaboración Propia.

Este software tiene la tarea fundamental de transformar estos procesos de crianza y monitoreo en una experiencia más eficiente y efectiva. A través de este proyecto, se busca proporcionar a la Granja Botana una herramienta que optimice su operación y contribuya a sus objetivos académicos. En las siguientes páginas, se presentarán en detalle los requerimientos específicos del software, diseñados en estrecha colaboración con el personal de la granja, para asegurar que esta herramienta se adapte perfectamente a sus necesidades.

#### **4.1.1** *Tabla de Requerimientos*

Se ha elaborado una tabla de requerimientos para determinar la importancia de cada aspecto del software en el proceso de crianza de cuyes. A la izquierda se listan los requerimientos identificados en conjunto con Edward Molina, encargado del galpón de la Granja Botana. A la derecha se asigna un porcentaje de importancia del 0 al 5, donde 5 indica la máxima relevancia para el éxito de la crianza y el software. Esta tabla permite priorizar las funcionalidades a desarrollar y asegurar que el software responda de manera óptima a las necesidades de la granja.

**Tabla 1.***Tabla de requerimientos de usuario.*

<b>Requerimientos Coordinador granja Botana</b>	<b>Porcentaje de importancia</b>
Mantener un registro actualizado del número de cuyes machos, hembras y crías en el galpón de la granja.	5
Permitir la incorporación y eliminación de cuyes del inventario según se compren, vendan o nazcan nuevos ejemplares.	5
Registrar el peso de las hembras y proporcionar alertas cuando alcancen el peso óptimo para la reproducción.	1
Implementar una función que distinga y clasifique los tres tipos de pelaje del cuy.	0
Desarrollar un sistema que identifique automáticamente el sexo de los cuyes.	1
Desarrollar una característica que identifique a los cuyes según el tipo de ojos.	1

*Nota.* Tabla de requerimientos de usuario para software.

#### **4.1.2 Explicación de la tabla:**

En la tabla de requerimientos, se han considerado factores como el seguimiento del peso (sin incluir alertas específicas para la reproducción), el control del inventario, la gestión de la reproducción y otras variables relevantes para la crianza de cuyes. La asignación de porcentajes de importancia se basa en las conversaciones con Edward Molina y en el análisis de las necesidades de la granja.

Es importante destacar que algunos requerimientos, como el registro detallado del peso de las hembras con alertas para la reproducción, la clasificación detallada del pelaje, la identificación automática del sexo y la identificación por tipo de ojos, no han sido priorizados en esta etapa del proyecto. Si bien estos datos podrían ser valiosos para investigaciones más profundas, se considera que no son fundamentales para el objetivo principal del software, que es optimizar los procesos de crianza y monitoreo de manera eficiente.

Se ha dado especial atención a las funcionalidades básicas que son fundamentales para mejorar la eficiencia de la granja. Los requerimientos que se implementarán incluyen: mantener un registro actualizado del número de cuyes machos, hembras y crías en el galpón de la granja, permitir la incorporación y eliminación de cuyes del inventario según se compren, vendan o nazcan nuevos ejemplares, registrar el peso de las hembras, y la visualización y análisis de datos de peso y temperatura. Estos requerimientos fueron priorizados con base en su impacto directo en la eficiencia y productividad de la granja, asegurando que el software responda de manera óptima a las necesidades actuales de la Granja Botana.

#### **4.2 Desarrollar una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para la visualización de los datos de peso y temperatura.**

El desarrollo de la interfaz gráfica de usuario (GUI) fue un proceso clave para asegurar que los datos de peso y temperatura de los cuyes pudieran ser accesibles y comprensibles para todos los usuarios, independientemente de su nivel técnico. La GUI fue diseñada con el objetivo de facilitar la interacción con el software, permitiendo a los usuarios realizar tareas de monitoreo y análisis de manera eficiente y sin complicaciones.

Durante el proceso de desarrollo, se adoptaron algunos aspectos de la metodología SCRUM para organizar y estructurar las etapas de diseño e implementación de la GUI. Esto permitió trabajar de manera iterativa e incremental, incorporando retroalimentación continua y ajustando el diseño para satisfacer mejor las necesidades del usuario final.

##### ***4.2.1 Metodología SCRUM aplicada al desarrollo del software y la interfaz gráfica de usuario (GUI)***

Para el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario (GUI) del software de gestión de datos de cuyes, se utilizó la metodología SCRUM, una herramienta ágil que facilita la organización del

trabajo en equipo mediante ciclos de trabajo llamados sprints. En cada sprint, se trabajaron aspectos específicos del desarrollo, desde la conceptualización hasta la entrega del software, integrando retroalimentación constante.

Este proceso fue guiado por reuniones periódicas con el asesor de tesis, Jhon Barco, para revisar los avances, aplicar mejoras y planificar las próximas etapas. Edward Leiton, coordinador de la Granja Botana, también participó en la evaluación de los requerimientos y pruebas del software.

Las etapas clave de la metodología SCRUM en este proyecto fueron las siguientes:

#### **4.2.1.1 Selección del equipo**

El equipo de desarrollo estuvo conformado por Leidy Gómez, quien lideró el diseño, programación y pruebas del software, y Alexis Barco, quien se encargó del apoyo logístico y revisión documental del proyecto. El asesor de tesis, Jon Barco, brindó orientación académica y supervisó el cumplimiento de los objetivos propuestos. Edward Leiton, coordinador de la Granja Botana, aportó su experiencia práctica en la cría de cuyes y colaboró activamente en la identificación de los requerimientos del software y la validación de los resultados finales.

#### **4.2.1.2 Planificación del Sprint**

Durante la fase de planificación, el equipo identificó las principales funcionalidades que debía tener la aplicación de gestión de cuyes, priorizando aquellas que eran esenciales para su uso en la Granja Botana. Cada funcionalidad fue dividida en tareas más pequeñas, que se asignaron a los sprints correspondientes. Los sprints fueron planeados para tener una duración de dos semanas, con entregas incrementales de las siguientes funcionalidades clave:

Diseño y desarrollo de la interfaz gráfica de usuario (GUI).

Implementación de las funciones de registro y gestión de datos de cuyes (peso, temperatura, etc.).

Integración con la base de datos.

Pruebas de funcionalidad y validación.

Cada sprint fue revisado y ajustado según los comentarios recibidos por el asesor y los usuarios potenciales, incluyendo Edward Leiton.

#### **4.2.1.3 Desarrollo Iterativo**

Durante el desarrollo iterativo, el equipo trabajó en ciclos cortos y repetitivos, llamados sprints. En cada sprint, se desarrollaron las funcionalidades planificadas, se realizaron pruebas

internas y se recibieron retroalimentaciones del asesor y los usuarios. Este enfoque permitió realizar ajustes continuos para mejorar la funcionalidad y la experiencia del usuario.

Las iteraciones se enfocaron en:

**Primera iteración:** Desarrollo inicial de la interfaz gráfica de usuario (GUI) y la implementación de las funciones básicas, como el registro de cuyes y la visualización de datos.

**Segunda iteración:** Implementación de validaciones para los datos ingresados (peso, temperatura) y desarrollo de gráficos para la visualización de tendencias.

**Tercera iteración:** Ajustes en la interfaz según las pruebas con usuarios, mejora en la visualización de datos, y pruebas de rendimiento en la base de datos para garantizar la eficiencia.

Al final de cada iteración, el equipo se reunió con Edward Leitón y el asesor Jon Barco para presentar los avances, recibir comentarios y ajustar el plan para el siguiente sprint. Este enfoque permitió al equipo mantener un ritmo constante de desarrollo y adaptarse rápidamente a los cambios solicitados por los usuarios.

#### 4.2.1.3 Retrospectiva del Sprint

Al final de cada sprint, se realizó una retrospectiva en la cual el equipo evaluó los avances logrados y los desafíos enfrentados durante la iteración. Estas reuniones incluyeron la participación del asesor Jon Barco y el coordinador de la Granja Botana, Edward Leitón, quienes ofrecieron valiosos comentarios sobre el uso del software en situaciones reales.

En cada retrospectiva se discutieron los siguientes aspectos:

**Lo que funcionó bien:** La interfaz gráfica fue bien recibida por los usuarios, quienes destacaron su simplicidad y facilidad de uso. Las funcionalidades de registro y consulta de datos demostraron ser eficientes y útiles para el seguimiento de la información de los cuyes.

**Lo que se debe mejorar:** Algunos usuarios señalaron la necesidad de mejorar la validación de datos para evitar errores en los registros. Además, se sugirieron mejoras en la presentación de los gráficos para facilitar la comprensión de la evolución del peso y temperatura de los cuyes.

**Lecciones aprendidas:** La importancia de realizar pruebas de usabilidad con usuarios reales desde etapas tempranas del desarrollo quedó clara. Las pruebas con Edward Leitón y otros miembros del equipo proporcionaron una retroalimentación muy valiosa, lo que permitió ajustar la funcionalidad de la aplicación y mejorar su rendimiento.

**Acciones a seguir:** Se acordó trabajar en las mejoras propuestas, optimizando el código para manejar los datos de manera más eficiente, y mejorar la experiencia del usuario final, añadiendo más validaciones y refinando los gráficos de visualización de datos.

Estas retrospectivas fueron fundamentales para asegurar que el equipo se mantuviera alineado con los objetivos del proyecto y pudiera adaptarse rápidamente a las necesidades cambiantes de los usuarios.

#### **4.2.1.5 Entrega del Software**

La etapa de entrega final del software se llevó a cabo mediante una serie de validaciones y pruebas con los usuarios finales. Se presentó el sistema a productores de cuyes y al coordinador de la Granja Botana, Edward Leitón. Todos los involucrados probaron la funcionalidad del software y proporcionaron sugerencias a través de encuestas diseñadas para medir su eficiencia, usabilidad y capacidad de gestionar los datos de pesaje y temperatura de cuyes.

A pesar de que el software aún no está en pleno funcionamiento en la granja, los resultados de las pruebas y las encuestas permitieron realizar ajustes y garantizar que el sistema cumpla con las expectativas de los usuarios. Esto garantiza que, una vez implementado de manera formal, el software aportará mejoras significativas a la gestión y análisis de datos en las granjas de cuyes.

#### ***4.2.2 Definición de elementos para el diseño de la interfaz gráfica (GUI)***

Una vez identificados los requerimientos y necesidades del usuario final, se procedió a desarrollar una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para la visualización de los datos de peso y temperatura. La GUI es un componente crítico del software, ya que permite al usuario interactuar de manera efectiva con los datos y tomar decisiones informadas.

Con el objetivo de crear una GUI que sea fácil de usar y que satisfaga las necesidades del usuario, se diseñaron varias ventanas y elementos de interacción. A continuación, se describen los componentes clave de la GUI desarrollada:

#### 4.2.2.1 Pantalla de carga:

Esta ventana inicial tiene un propósito principalmente estético y busca crear una primera impresión amigable y profesional para los usuarios mientras se carga la aplicación. Presenta el logotipo del cuy, que actúa como un elemento de diseño clave para establecer la identidad visual del software y generar una conexión inmediata con los usuarios. Además, esta pantalla indica que la aplicación está en proceso de carga, proporcionando un breve momento de espera antes de que el usuario pueda interactuar con las funciones principales del sistema.

**Figura 10**

*Pantalla de carga*



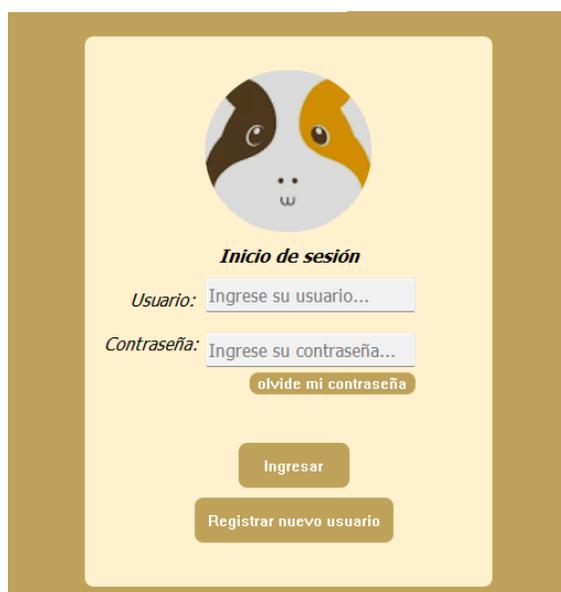
Nota. Pantalla temporal que se muestra mientras un sistema o aplicación procesa datos o se prepara para iniciar, indicando al usuario que el contenido está en proceso de carga. Elaboración Propia.

#### 4.2.2.2 Ventana de inicio de sesión:

La ventana de inicio de sesión es la primera pantalla que se muestra al usuario al iniciar el sistema. Su propósito principal es autenticar al usuario y permitirle acceder al sistema con su nombre de usuario y contraseña.

**Figura 11**

*Inicio de sesión del usuario*



The image shows a login interface with a light yellow background. At the top center is a circular logo featuring a stylized dog's face with black, white, and yellow patches. Below the logo, the text "Inicio de sesión" is displayed in a bold, italicized font. Underneath, there are two text input fields: "Usuario: Ingrese su usuario..." and "Contraseña: Ingrese su contraseña...". Below the password field is a small button labeled "olvide mi contraseña". At the bottom of the form are two larger buttons: "Ingresar" and "Registrar nuevo usuario".

Nota. Proceso en el que un usuario ingresa sus credenciales para autenticarse y acceder a un sistema o plataforma. Elaboración Propia.

La ventana contiene los siguientes elementos:

Campo de texto para ingresar el nombre de usuario.

Campo de texto para ingresar la contraseña.

Botón de "Ingresar" para acceder al sistema.

Mensaje de error: si el usuario ingresa un nombre de usuario o contraseña incorrectos, se mostrará un mensaje de error para informarle que los datos ingresados no son válidos.

Enlace o botón "Registrarse" para usuarios no registrados.

**Figura 12**

*Inicio de sesión con mensaje de alerta*



Nota. Proceso de autenticación donde el usuario ingresa sus credenciales y, en caso de error o advertencia, se muestra un mensaje de alerta indicando el problema y posibles acciones correctivas. Elaboración Propia.

Adicionalmente, se incluye una opción para recuperar la contraseña en caso de olvido:

**Figura 13**

*Ventana de recuperación de contraseña*

The image shows a password recovery form with a light yellow background. At the top, the title "Recuperacion de contraseña" is centered. Below the title, the instruction "Escriba su cédula para validar datos." is displayed. There is an input field labeled "Cédula" containing the number "12344567". Below this, the text "Usuario: pruebaR" is shown. Further down, the text "Nueva Contraseña: IsYI2dnn" is displayed. At the bottom of the form are two buttons: "Validar" and "Iniciar Sesión".

Nota. Funcionalidad que permite al usuario restablecer su contraseña en caso de olvido, generalmente mediante un enlace enviado por correo electrónico o respondiendo preguntas de seguridad para recuperar el acceso a su cuenta. Elaboración Propia.

Botón "¿Olvidó su contraseña?" que abre una nueva ventana donde el usuario puede ingresar su cédula para validar su identidad.

Si la cédula es correcta, se muestra el nombre de usuario y se genera una nueva contraseña aleatoria que se presenta al usuario en la misma ventana.

Botón para regresar a la ventana de inicio de sesión con la nueva contraseña y el usuario recuperado.

Si el usuario hace clic en el botón "Registrarse", se abrirá una nueva ventana para registrar un nuevo usuario, que contendrá los siguientes campos:

**Figura 14**

*Ventana de registro de usuarios*



Nota. Interfaz diseñada para crear nuevos perfiles de usuario, permitiendo ingresar datos básicos como nombre, correo electrónico y contraseña para acceder al sistema. Elaboración Propia.

Campo de texto para ingresar el nombre del usuario.

Campo de texto para ingresar el apellido del usuario.

Campo de texto para ingresar la cédula del usuario.

Campo de texto para ingresar el nombre de usuario.

Campo de texto para ingresar la contraseña.

Menú desplegable para seleccionar el tipo de usuario.

Botón de "Registrar" para crear la nueva cuenta.

#### **4.2.2.3 Panel de control central - Resumen general:**

El Panel de Control Central es una de las principales interfaces del software, proporcionando un resumen clave de las estadísticas relacionadas con los cuyes registrados en el sistema. Este panel permite a los usuarios navegar fácilmente por las funcionalidades del software, accediendo rápidamente a la información necesaria para la gestión eficiente de la granja.

La **ventana de Resumen General** es un componente esencial del software, ya que proporciona una visión integral y actualizada del estado de los animales en la granja. Esta ventana juega un papel crucial al ofrecer al usuario una visión clara y consolidada de la información más relevante para la gestión eficiente de la granja. En esta ventana se destacan varios aspectos clave, incluyendo:

**El número de cuyes machos y hembras:** Esta información permite al usuario evaluar la distribución de la población por sexo, lo cual es fundamental para tomar decisiones relacionadas con la reproducción, el emparejo, y la gestión de los recursos.

**El número de partos:** Conocer cuántos partos han ocurrido es vital para gestionar el crecimiento de la población y planificar los recursos necesarios para el cuidado de los animales recién nacidos.

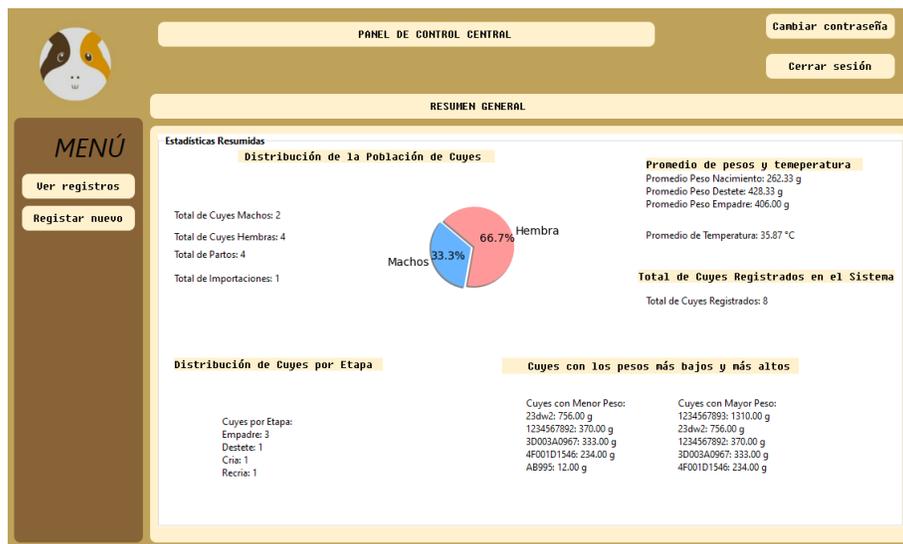
**El peso promedio al nacimiento:** Este dato es crucial para monitorear la salud y el desarrollo inicial de los cuyes, asegurando que los estándares de peso se mantengan dentro de los rangos óptimos desde el nacimiento.

**La temperatura promedio:** El monitoreo de la temperatura corporal de los cuyes es indispensable para detectar posibles problemas de salud de manera temprana. Un control adecuado de la temperatura es un indicador clave de bienestar animal.

La presencia de esta información en un solo lugar permite al usuario tomar decisiones informadas y rápidas, optimizando así la gestión de la granja y mejorando la productividad y bienestar de los animales.

**Figura 15**

*Ventana de panel de control central*



Nota. Interfaz principal del sistema que permite la gestión y supervisión de todas las funciones, mostrando información clave como el estado de los cuyes, estadísticas de peso y temperatura, y acceso a diversas herramientas de control y configuración. Elaboración Propia.

Además de las estadísticas, en esta ventana se encuentran los botones que permiten navegar por las funciones principales del software, tales como el registro de datos y la visualización de estos. También se incluyen los botones para cerrar sesión y cambiar la contraseña. Estos botones permiten al usuario finalizar su trabajo cerrando el programa o actualizar su contraseña de manera rápida y sencilla.

**Figura 16**

*Ventana de cambio de contraseña en el Panel de control central.*

The screenshot shows the 'Cambio de contraseña' form. It features three input fields for 'Usuario:', 'Contraseña actual', and 'Nueva contraseña', each with a corresponding text label to its left. Below the input fields is a single 'Aceptar' button.

Nota. Interfaz destinada a la actualización de la contraseña del usuario, proporcionando opciones para ingresar la contraseña actual y establecer una nueva, garantizando la seguridad y acceso controlado al sistema. Elaboración Propia.

#### **4.2.2.4 Visualización de registro:**

La **ventana "Visualización de registros"** es una herramienta esencial dentro del sistema, diseñada para que los usuarios puedan visualizar, gestionar, y analizar los registros de cuyes, partos, e importaciones de manera efectiva y organizada. Al acceder a esta ventana, se ofrece un resumen general de todos los registros almacenados, proporcionando a los usuarios una visión integral de la información más relevante para la toma de decisiones.

##### **Importancia de la Ventana de Visualización de Registros**

La **ventana de Visualización de Registros** es crítica para la gestión eficiente de la granja, ya que agrupa y presenta datos detallados sobre los cuyes, los partos, y las importaciones. Esto no solo facilita el seguimiento individual de cada animal, sino que también permite identificar patrones y tendencias a lo largo del tiempo. La capacidad de acceder a esta información en un formato claro y estructurado es fundamental para optimizar las operaciones de la granja.

##### **Estructura de la Ventana**

En el centro de la ventana, se encuentran tres tablas que son el núcleo de esta herramienta, cada una enfocada en un aspecto específico de la gestión de la granja:

**Tabla de registros de cuyes:** Muestra información detallada como el registro RFID, número de galpón, número de jaula, sexo, fecha de nacimiento, peso al nacimiento, fecha del destete, peso al destete, temperatura, etapa, y observaciones. Esta tabla es fundamental para el seguimiento del desarrollo de cada cuy, permitiendo al usuario monitorear su crecimiento, salud, y condiciones de vida.

**Tabla de registros de partos:** Contiene datos esenciales como el número de la madre, galpón de la madre, peso al nacer, número de crías, lactancia, fecha de nacimiento, fecha de destete, temperatura de las crías, jaula de destino, y observaciones. Esta tabla es crucial para gestionar el proceso reproductivo de la granja, asegurando un seguimiento adecuado desde el nacimiento hasta el destete.

**Tabla de historial de importaciones:** Incluye información sobre la fecha, peso, temperatura, y otros datos exportados desde dispositivos como balanzas o prototipos de pesaje.

Esta tabla es útil para rastrear la procedencia de los cuyes y analizar tendencias o variaciones en los datos a lo largo del tiempo.

**Figura 17**

*Ventana de visualización de registros*

VISUALIZACIÓN DE REGISTROS										
CONTROL DE TODOS LOS REGISTROS										
REGISTRO CUY										
ID	RFID	No. Galpon	No. Jaula	Sexo	fecha inicial	peso inicial	fecha destete	peso destete		
1	1500	4F001D1546	03	05	Macho	2024-07-13	1.190	2024-07-23	1.505	1
2	6661	1234567892	6	12	Macho	2024-01-12	0.245	2024-02-16	0.505	1
3	6662	1234567893	7	18	Macho	2024-01-14	0.265	2024-02-18	0.520	1
4	6663	1234567894	8	19	Hembra	2024-01-16	0.255	2024-02-20	0.515	1
5	6664	1234567895	9	10	Macho	2024-01-18	0.275	2024-02-22	0.530	1
6	6665	1234567896	10	11	Hembra	2024-01-20	0.260	2024-02-24	0.520	1
7	6666	1234567897	11	14	Macho	2024-01-22	0.270	2024-02-26	0.540	1
8	6667	1234567898	12	13	Hembra	2024-01-24	0.265	2024-02-28	0.535	1
9	6668	1234567899	13	20	Macho	2024-01-26	0.280	2024-03-01	0.550	1
10	6669	1234567900	14	21	Hembra	2024-01-28	0.270	2024-03-03	0.540	1
11	6695	3D003A0967	7	18	Macho	2024-01-14	0.265	2024-02-18	0.520	
12	6696	5A000A0335	8	19	Hembra	2024-01-16	0.255	2024-02-20	0.515	

Nota. Interfaz que muestra un listado detallado de los registros almacenados, permitiendo consultar, filtrar y analizar datos históricos de los cuyes, como peso, temperatura y eventos, para un seguimiento completo y actualizado. Elaboración Propia.

### Funcionalidades Adicionales

Además de ofrecer una visualización detallada de los registros, la ventana "Visualización de registros" proporciona una serie de funcionalidades avanzadas que permiten al usuario interactuar con los datos de manera eficiente:

**Gráficas de registro:** La ventana incluye diversas herramientas gráficas que permiten visualizar la evolución del peso, temperatura por sexo, cantidad de cuyes por etapas, peso por etapa, peso promedio por sexo, y un histograma de peso y temperatura. Estas gráficas son fundamentales para el análisis visual de los datos, facilitando la identificación de tendencias y anomalías.

**Búsqueda de registros:** La ventana permite realizar búsquedas rápidas y precisas dentro de los registros, lo que facilita la localización de información específica sin necesidad de desplazarse manualmente por largas listas de datos.

**Importación y exportación de datos:** Para facilitar el intercambio de información, la ventana incluye opciones para importar nuevos datos y exportar los existentes. Esto es

especialmente útil para mantener el sistema actualizado con datos externos o para compartir información con otras aplicaciones o usuarios.

**Figura 18**

*Datos exportados a Excel*

A	B	C	D	E	F	G	H
Id	fecha toma datos	hora toma datos	rfid	peso	temperatura	observaciones	
5242	2024-01-13		1 4F001D1546	0.34	13.4	ninguna	
5348	2024-01-13		1 4F001D1546	1.19	22.4		
5349	2024-01-13		1 73A0966A18	1.11	20.6		
5350	2024-01-13		1 3D003A0967	1.15	21.1		
5351	2024-01-13		1 5A00DA0335	1.06	22.2		
5352	2024-01-13		1 3D003A0969	1.18	21.0		
5353	2024-01-13		1 73A0966A16	1.07	20.7		
5354	2024-01-13		1 3D003A0969	1.18	21.0		
5355	2024-01-13		1 5A00DA0334	1.04	21.2		
5356	2024-01-13		1 73A0966A19	1.20	21.0		
5357	2024-01-13		1 4F001D1548	1.00	20.3		
5358	2024-01-13		1 3D003A0966	1.01	22.7		
5359	2024-01-13		1 3D003A0970	1.20	21.9		
5360	2024-03-13		1 4F001D1546	2.01	24.4		
5361	2024-02-13		1 73A0966A18	1.56	28.6		
5362	2024-02-13		1 3D003A0967	1.19	21.1		
5363	2024-02-13		1 5A00DA0335	1.68	22.2		
5364	2024-02-13		1 3D003A0969	1.18	21.0		
5365	2024-02-13		1 5A00DA0334	1.08	21.2		
5366	2024-02-13		1 73A0966A19	1.25	22.0		
5367	2024-02-13		1 4F001D1548	1.03	20.3		

Nota. Funcionalidad que permite la transferencia de registros del sistema a un archivo Excel, facilitando el análisis y manejo de la información de los cuyes fuera del software, con la posibilidad de realizar reportes y gráficos personalizados. Elaboración Propia.

**Eliminación, edición y actualización de registros:** El usuario puede editar, actualizar o eliminar registros directamente desde esta ventana, asegurando que la información en el sistema esté siempre precisa y actualizada.

Estas funcionalidades hacen de la ventana "Visualización de registros" una herramienta integral para la gestión y análisis de datos en la granja, proporcionando al usuario todas las herramientas necesarias para mantener un control riguroso y detallado de la operación.

#### 4.2.2.5 Registro del cuy:

La ventana "**Registrar Nuevo Cuy**" es una herramienta esencial dentro del sistema, diseñada para facilitar el ingreso de información detallada y precisa sobre cada cuy nuevo que ingresa a la granja. Este proceso de registro es crucial para asegurar la eficiencia y el éxito en la gestión de la producción, ya que la información almacenada aquí permite un seguimiento exhaustivo del crecimiento, desarrollo y salud de los cuyes.

El registro de datos es una actividad clave en la gestión de cualquier operación ganadera, y en el caso de la cría de cuyes, es especialmente importante para tomar decisiones informadas.

Los datos recogidos durante el proceso de registro permiten a los gestores de la granja:

### Figura 19

*Ventana de Registro de Datos*

The screenshot shows a web application interface titled "Registro nuevo". On the left, there is a "MENU" sidebar with buttons for "Ver registros" and "panel central". The main content area is divided into two tabs: "REGISTRO NUEVO CUY" (selected) and "REGISTRO PARTOS". Under the "REGISTRO NUEVO CUY" tab, there is a "Nuevo cuy" button at the top. Below it, there are several input fields: "No. RFID", "No. Galpón", "No. jaula", "sexo" (a dropdown menu), "fecha nacimiento/ ingreso" (a date picker), "Peso inicial", "fecha destete" (a date picker), "Peso destete", "Peso empadre", "Temperatura (°)", and "Etapas del cuy" (a dropdown menu). There is also an "Observaciones" section with a text area and a "Registrar" button at the bottom right.

**Nota.** Interfaz diseñada para ingresar manualmente información relevante de los cuyes, como peso, temperatura y características individuales, asegurando que los datos se almacenen de manera organizada y se mantengan actualizados en el sistema. Elaboración Propia.

**Analizar tendencias y patrones:** La acumulación de datos sobre los cuyes permite identificar tendencias en el crecimiento, la salud y la reproducción, lo que es vital para optimizar la producción y mejorar los resultados.

**Hacer seguimiento del desarrollo individual:** Cada cuy registrado tiene un perfil completo que incluye detalles como su identificación RFID, ubicación en el galpón y jaula, sexo, fecha de nacimiento o ingreso, y peso inicial. Esta información es esencial para monitorear el desarrollo del cuy desde su nacimiento hasta su etapa adulta.

Detalles Registrados en la Ventana

La ventana "**Registrar Nuevo Cuy**" permite el ingreso de una variedad de datos clave, organizados para facilitar su uso y acceso posterior:

**Registro RFID:** Un identificador único para cada cuy, que permite su rastreo y seguimiento en todo el sistema.

**Ubicación en el galpón y jaula:** Información sobre el lugar específico donde se encuentra el cuy, lo cual es esencial para su manejo diario.

**Sexo del cuy:** Un dato básico pero crucial para la planificación de la cría y la gestión general de la granja.

**Fecha de nacimiento o ingreso:** Determina la edad del cuy y es útil para organizar el ciclo de vida y producción.

**Peso inicial y etapa de desarrollo:** Datos que permiten monitorear el crecimiento y desarrollo del cuy, y que son críticos para evaluar su salud y potencial reproductivo.

**Observaciones:** Espacio para registrar cualquier información adicional relevante sobre el cuy, como comportamientos específicos, condiciones de salud, o notas sobre su entorno.

Registro de Información Adicional sobre Partos

Además de los datos generales de cada cuy, la ventana también permite registrar información detallada sobre el proceso de parto, lo que es esencial para la gestión reproductiva de la granja:

**Datos de la madre:** Incluyen el número de identificación de la madre, su ubicación en el galpón, y la jaula en la que se encuentra.

**Peso del parto y número del parto:** Información crítica para evaluar la salud de la madre y las crías al momento del nacimiento.

**Lactancia y cría:** Datos sobre la alimentación y el cuidado de las crías, que son fundamentales para asegurar su correcto desarrollo.

**Fechas clave (nacimiento y destete):** Permiten rastrear el ciclo de vida de las crías y planificar adecuadamente las etapas de su desarrollo.

**Peso al destete y temperatura de la cría:** Indicadores importantes de la salud de las crías al final de su primera etapa de vida.

**Jaula de la cría:** Informa sobre la nueva ubicación de la cría después del destete, asegurando un seguimiento continuo.

**Observaciones:** Notas adicionales que pueden incluir detalles sobre la salud, comportamiento, o cualquier otra información relevante para el manejo de las crías.

#### ***4.2.3 Diseño del software y estructuras de datos que lo soportan***

El software desarrollado se basa en una arquitectura cliente-servidor, donde la interfaz gráfica de usuario (GUI) interactúa con una base de datos SQLite para almacenar y recuperar la información relacionada con los cuyes. El diseño del software se puede dividir en los siguientes componentes principales:

#### 4.2.3.1 Estructura de la Base de Datos

La base de datos utilizada es SQLite, y su diseño incluye varias tablas que almacenan la información de los cuyes, las etapas de su vida, los pesos registrados, y otros datos relevantes. Las principales tablas en la base de datos son:

- **cuyes\_nuevos:** Contiene los datos de cuyes recién registrados, como su RFID, fecha de nacimiento, peso de nacimiento, peso de destete y peso de empadre, entre otros.

**Campos principales:** `rfid_nuevo_cuy`, `peso_nacimiento_nuevo`, `fecha_nacimiento_nuevo`, `etapa`, `temperatura_nuevo_cuy`, `observaciones`.

- **partos:** Registra los datos de partos, como el número de jaula, sexo de la cría, peso de nacimiento y destete, y observaciones adicionales.

**Campos principales:** `rfid_madre`, `numero_jaula_madre`, `peso_parto`, `fecha_nacimiento`, `peso_nacimiento`, `temperatura`, `observaciones_parto`.

- **historial\_importaciones:** Almacena los registros de los datos importados, como la fecha y hora de la toma de datos, el RFID del cuy y su peso y temperatura en el momento de la importación.

Estas estructuras de datos son fundamentales para el almacenamiento de la información de los cuyes, y están diseñadas de tal forma que se puedan consultar y actualizar de manera eficiente a través de la interfaz gráfica del software.

#### 4.2.3.2 Estructura del código

El software está desarrollado en Python utilizando PyQt6 para la creación de la interfaz gráfica y SQLite para la gestión de la base de datos. A continuación, se describe brevemente la organización del código:

**Módulo principal (MiAplicacion.py):** Aquí se inicializan todas las ventanas de la GUI, gestionando las interacciones del usuario con el software. Incluye funciones para abrir las diferentes pantallas, como el registro de cuyes, la visualización de registros y la generación de gráficos de peso y temperatura.

**Ventanas de la GUI:** Cada una de las ventanas del software está implementada en clases separadas que heredan de `QDialog`. Estas ventanas permiten al usuario interactuar con el sistema de manera sencilla:

- **VentanaLogin:** Gestión del inicio de sesión de los usuarios.
- **VentanaRegistro:** Registro de nuevos usuarios en el sistema.

- **VentanaRegistrarCuy:** Registro de nuevos cuyes, donde se validan los campos como el peso y la temperatura.

- **VentanaVisualizacionRegistros:** Muestra los registros de cuyes y partos en una tabla, permitiendo la edición de los datos.

**Interacción con la Base de Datos:** A través de la clase `sqlite3.connect()`, el software se conecta a la base de datos SQLite. La inserción, actualización y consulta de datos se realiza mediante sentencias SQL, como `INSERT`, `UPDATE`, y `SELECT`. Estas operaciones están encapsuladas en funciones que permiten una interacción eficiente y segura con la base de datos.

#### 4.2.3.3 Estructura de Datos y Gestión de la Información

El flujo de datos dentro del software sigue un proceso estándar que involucra ingreso, almacenamiento y recuperación de información:

**Ingreso de Datos:** Los datos de los cuyes (peso, temperatura, sexo, etapas, etc.) son ingresados a través de formularios en la interfaz gráfica de usuario (GUI). Se realizan validaciones para asegurar que los valores introducidos están en el formato correcto (números para peso y temperatura, texto para el nombre y observaciones, fechas en el formato adecuado).

**Estructuras de Datos:**

**SQLite:** La base de datos utilizada para almacenar la información es SQLite, una base de datos ligera y eficiente que permite almacenar los datos localmente. Dentro de esta base de datos, se utilizan las siguientes estructuras de datos:

**Tablas:**

**cuyes\_nuevos:** Estructura que almacena información relacionada con los cuyes recién registrados, incluyendo los campos como RFID (TEXT), fecha de nacimiento (DATE), peso al nacimiento (REAL), temperatura (REAL), y otros datos relevantes como observaciones (TEXT).

**partos:** Estructura que contiene los registros de los partos, con campos como el RFID de la madre (TEXT), número de crías (INTEGER), peso de las crías al nacer (REAL), y datos asociados como color de piel y ojos (TEXT).

**usuarios:** Tabla que almacena los datos de los usuarios que interactúan con el sistema, donde se incluyen el nombre de usuario (TEXT), contraseña cifrada (TEXT), y el tipo de usuario (TEXT).

**Tipos de Datos:** Las estructuras de datos mencionadas utilizan tipos de datos estándar en SQL, como INTEGER para números enteros, REAL para números decimales, TEXT para

cadenas de texto, y DATE para representar fechas. Estos tipos de datos son fundamentales para garantizar la integridad y consistencia de la información almacenada en la base de datos.

**Almacenamiento de Datos:** Una vez validados, los datos se almacenan en la base de datos SQLite mediante sentencias SQL INSERT. Cada tabla en la base de datos tiene una estructura bien definida, con claves primarias y campos obligatorios que permiten mantener la consistencia de la información.

**Recuperación de Datos:** La información almacenada puede ser recuperada a través de consultas SQL SELECT que se integran con la GUI para su visualización, análisis o exportación. Estas consultas permiten extraer datos específicos (como el historial de peso o temperatura de un cuy en particular) y representarlos en gráficos o tablas dentro de la aplicación. Además, se emplean operaciones de agrupamiento y filtrado para generar estadísticas y reportes que ayudan en la toma de decisiones.

#### **4.2.3.4 Generación de Gráficos**

El software incluye una función para graficar los datos de peso y temperatura. Estos gráficos se generan utilizando la biblioteca `matplotlib` y permiten al usuario visualizar las tendencias de peso de los cuyes en diferentes etapas de su vida. Estos gráficos se actualizan en tiempo real con los nuevos datos registrados, brindando a los usuarios una herramienta para tomar decisiones basadas en la evolución de los cuyes.

### **4.3 Implementar algoritmos de análisis estadístico para procesar y extraer información relevante de los datos de peso y temperatura.**

La implementación de algoritmos de análisis estadístico es un pilar fundamental para la toma de decisiones informadas en la gestión de la granja. Mediante la creación de diversas gráficas y el análisis de datos, se ha logrado una visualización clara y comprensible de los datos de peso y temperatura de los cuyes. Esto no solo facilita la identificación de tendencias y patrones, sino que también optimiza la eficiencia en la producción, permitiendo una mejor planificación y gestión de los recursos.

Se han desarrollado varias gráficas y métodos de análisis estadístico para mejorar la visualización de los datos y, en consecuencia, la toma de decisiones estratégicas. A continuación, se describen las principales gráficas implementadas y su relevancia en el proceso de gestión:

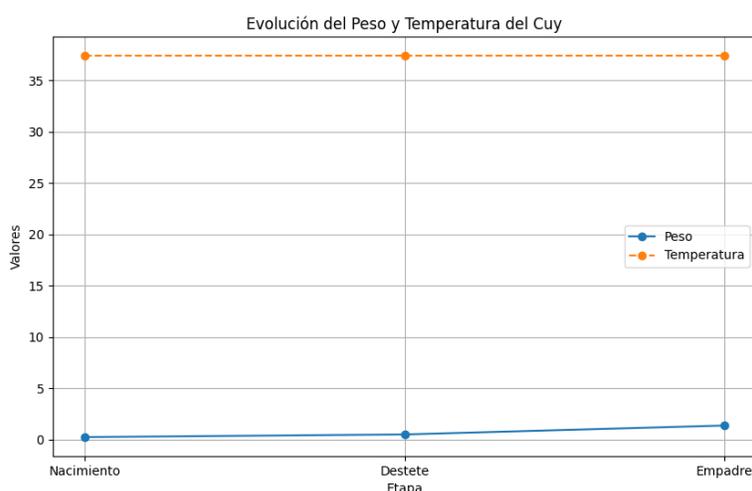
Gráficas para la tabla de registro de cuyes

### 4.3.1 Gráfico lineal - Evolución del Peso

Este gráfico permite al usuario visualizar la evolución del peso de un cuy desde su nacimiento hasta etapas clave como el destete y el empadre. La capacidad de identificar patrones de crecimiento es fundamental para ajustar la alimentación y los cuidados necesarios, además de detectar posibles problemas que puedan afectar la producción. Comparar visualmente estos datos facilita una mejor comprensión del desarrollo individual de cada animal.

**Figura 20**

*Gráfica de Evaluación de Peso y Temperatura*



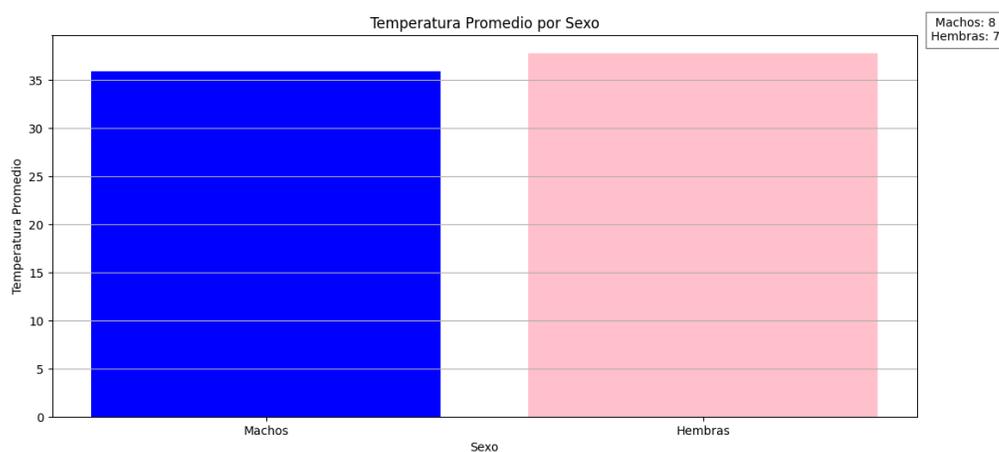
Nota. Visualización gráfica que muestra la evolución del peso y la temperatura de los cuyes a lo largo del tiempo, facilitando la identificación de tendencias y posibles alertas sobre la salud y el bienestar de los animales. Elaboración Propia.

### 4.3.2 Gráfico de Barras - Temperatura promedio por sexo

Este gráfico presenta la temperatura corporal promedio de los cuyes machos y hembras. Diferencias significativas en la temperatura entre los sexos pueden indicar necesidades específicas de manejo o problemas de salud que requieren atención inmediata, mejorando así el bienestar general de los animales y asegurando un entorno productivo más eficiente.

**Figura 21**

*Grafica de Temperatura Promedio por Sexo*



Nota. Representación visual que compara las temperaturas promedio de los cuyes machos y hembras, permitiendo analizar diferencias y patrones relacionados con el sexo de los animales para una mejor toma de decisiones en su manejo. Elaboración Propia.

### **4.3.3 Gráfico de Barras - Peso promedio por sexo**

Al igual que el gráfico de temperatura, este gráfico permite visualizar las diferencias en el peso promedio entre machos y hembras. Comprender estas diferencias es crucial para optimizar la alimentación y el manejo según el sexo, lo que puede llevar a mejoras significativas en la salud y productividad de la granja.

**Figura 22**

*Grafica de Peso promedio por sexo*



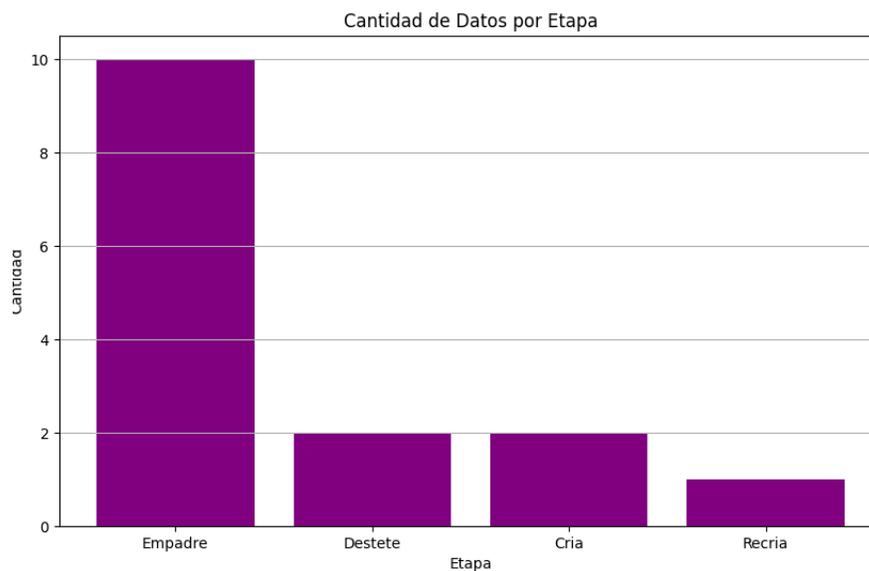
Nota. Representación visual que compara las temperaturas promedio de los cuyes machos y hembras, permitiendo analizar diferencias y patrones relacionados con el sexo de los animales para una mejor toma de decisiones en su manejo. Elaboración Propia.

#### **4.3.4 Gráfico de Barras - Cantidad de cuyes registrados por etapa**

Este gráfico muestra la distribución de los cuyes en diferentes etapas de su desarrollo, como cría, destete, recria y empadre. Conocer cómo se distribuyen los cuyes en cada etapa es esencial para la planificación y gestión del crecimiento, asegurando que los recursos se asignen de manera eficiente y se logren los objetivos productivos.

**Figura 23**

*Grafica de la cantidad de datos por etapa*



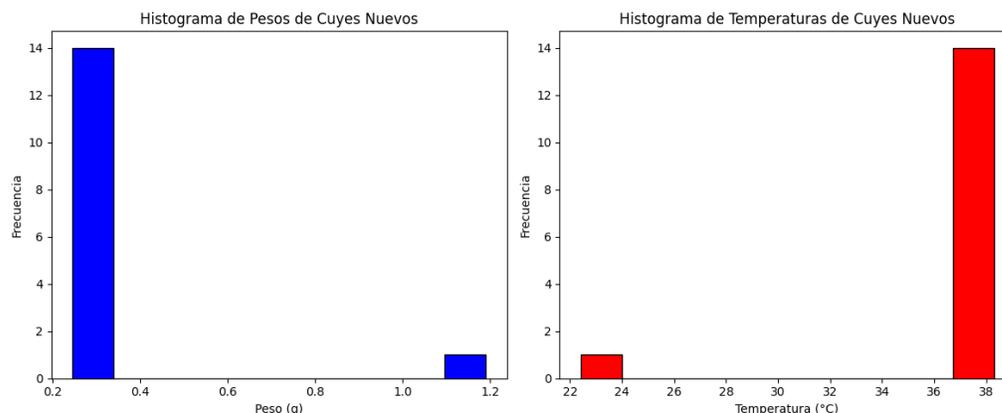
Nota. Visualización que muestra la distribución de los registros agrupados por etapas de desarrollo de los cuyes (cría, juvenil, adulto), facilitando el análisis del volumen de datos recopilados en cada fase y su impacto en el monitoreo del sistema. Elaboración Propia.

#### ***4.3.5 Histograma de Pesos y Temperatura***

El histograma proporciona una visión clara de la distribución de los pesos y las temperaturas entre los cuyes registrados. Identificar la variabilidad y los patrones dentro de estos datos es crucial para mejorar el control y la gestión de la granja. Esto permite tomar decisiones basadas en datos sólidos para mantener la consistencia y calidad de la producción.

**Figura 24**

*Grafica de histogramas de pesos y temperatura*



Nota. Representación gráfica de la distribución de frecuencias de pesos y temperaturas.

Los histogramas permiten visualizar la concentración de datos en determinados rangos y la posible correlación entre ambas variables. Elaboración Propia.

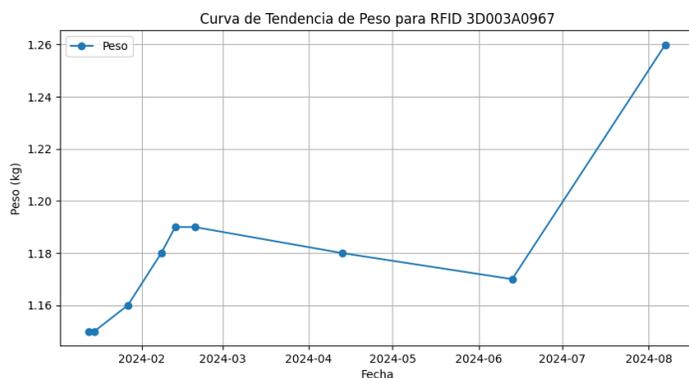
Gráficas para la tabla de historial de importaciones:

#### **4.3.6 Curva de Tendencia de Peso**

Esta gráfica muestra la evolución del peso de los cuyes importados a lo largo del tiempo. Analizar estas tendencias permite realizar ajustes en el manejo de los cuyes importados para asegurar que alcancen su máximo potencial de crecimiento, lo que es esencial para maximizar la rentabilidad de la granja.

**Figura 25**

*Curva de tendencia de peso para RFID*



Nota. Evolución del peso a lo largo del tiempo en objetos etiquetados con RFID.

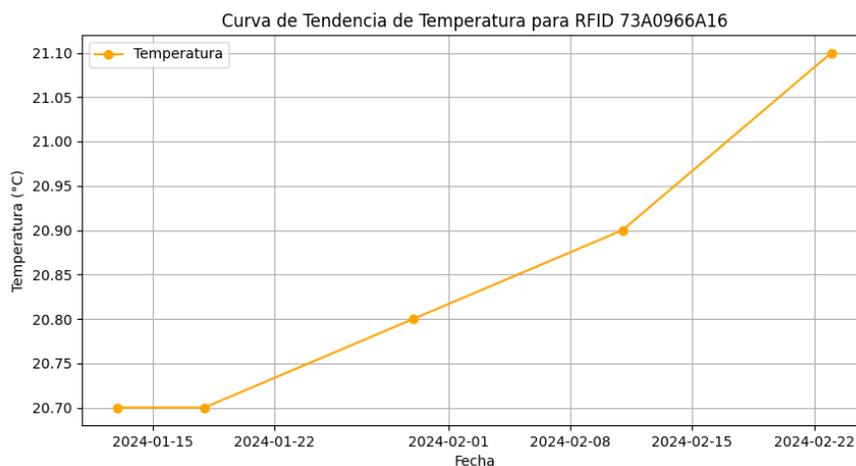
Elaboración Propia.

### 4.3.7 Curva de Tendencia de Temperatura

Similar a la curva de peso, esta gráfica monitorea la evolución de la temperatura corporal de los cuyes importados. Detectar cambios anómalos en la temperatura es clave para intervenir rápidamente y prevenir problemas de salud que podrían afectar la producción y la viabilidad de los cuyes.

**Figura 26**

*Curva de tendencia de temperatura para RFID*



Nota. Gráfico de línea que muestra la variación de temperatura en función del tiempo para RFID. Elaboración Propia.

### 4.3.8 Estadísticas de Pesos y Temperatura

Las tablas que muestran los valores mínimos, promedios y máximos de los pesos y temperaturas de los cuyes importados proporcionan una visión general esencial para identificar tendencias y anomalías. Estos datos son fundamentales para realizar ajustes estratégicos en la gestión de los cuyes, lo que a su vez mejora la eficiencia productiva y asegura la sostenibilidad del negocio.

**Figura 27**

*Cuadros de estadística de pesos y temperatura*

	Estadística Pesos
Mínimo	0.34
Promedio	1.27
Máximo	2.68

	Estadística Temp
Mínimo	13.40
Promedio	21.86
Máximo	28.60

Nota. Cuadros que presentan un resumen estadístico de los datos de peso y temperatura. Incluyen medidas como el promedio, la mediana, la desviación estándar, el valor mínimo y máximo, permitiendo una visión general de la distribución y variabilidad de los datos recopilados. Elaboración Propia.

#### **4.4 Realizar pruebas y validaciones del software**

El proceso de pruebas y validaciones es fundamental para asegurar que el software desarrollado cumpla con los requisitos funcionales y no funcionales establecidos, garantizando su confiabilidad, eficiencia, y seguridad en la gestión de los datos de pesaje de cuyes. A lo largo de este proyecto, se llevaron a cabo diversas pruebas para evaluar el desempeño del software en diferentes escenarios y condiciones. Estas pruebas incluyeron:

Pruebas de integración para asegurar que los módulos del sistema interactúan correctamente.

Pruebas de usabilidad enfocadas en la experiencia del usuario final.

Pruebas de seguridad para verificar la protección de los datos almacenados.

Pruebas de rendimiento para evaluar la eficiencia del software bajo cargas de trabajo intensas.

El objetivo de estas pruebas fue identificar posibles problemas y asegurar que el sistema esté listo para su implementación en un entorno real.

#### **4.4.1 Pruebas de Integración:**

Las pruebas de integración se realizaron con el objetivo de garantizar que los diferentes módulos del software trabajaran de manera conjunta y sin problemas. Durante estas pruebas, se verificó que los componentes clave, como la interfaz gráfica de usuario (GUI), la base de datos y las funciones de procesamiento de datos, se comunicaran correctamente y que los flujos de trabajo fueran consistentes a lo largo de todo el sistema.

En particular, se llevaron a cabo las siguientes evaluaciones:

**Integración de la Base de Datos:** Se comprobó que las operaciones de inserción, actualización, eliminación y consulta de datos funcionaran correctamente entre la base de datos SQLite y la GUI. Los registros de cuyes, datos de peso y temperatura fueron correctamente almacenados y visualizados en las diferentes ventanas del sistema. No se presentaron errores de conexión ni pérdida de datos durante la interacción con la base de datos.

**Integración de la Interfaz Gráfica (GUI):** Se validó que las diferentes ventanas (registro, visualización, cambio de contraseña, etc.) estuvieran correctamente enlazadas y que los botones y las opciones de navegación funcionaran como se esperaba. Todos los eventos disparados desde la GUI se procesaron correctamente por la lógica subyacente, sin generar errores o comportamientos inesperados.

**Integración de Funciones de Procesamiento de Datos:** Las gráficas de evolución de peso y temperatura, así como los algoritmos de análisis estadístico, se integraron correctamente con los datos almacenados en la base de datos. Los cálculos realizados y las visualizaciones generadas fueron precisas y consistentes con los datos ingresados.

**Validación de Campos Numéricos:** Durante las pruebas iniciales, se detectó que el sistema permitía la entrada de valores no numéricos en los campos de peso y temperatura. Este problema fue corregido implementando una validación estricta que solo permite la entrada de números en estos campos, mejorando la confiabilidad del sistema.

Tras la corrección mencionada, las pruebas de integración no revelaron errores adicionales, lo que confirma que el sistema está preparado para su despliegue en un entorno real.

#### 4.4.2 Pruebas de Usabilidad:

Las pruebas de usabilidad se llevaron a cabo para evaluar la facilidad de uso y la intuición del software desde la perspectiva de los usuarios finales. Se encuestó a un grupo de 10 usuarios, que incluía productores de cuyes y personas involucradas en la gestión de datos de peso y temperatura. La evaluación se centró en diferentes aspectos del sistema, tales como la facilidad de uso de la interfaz, la organización de los botones y la eficiencia en la gestión de registros.

Los usuarios realizaron una serie de tareas comunes, incluyendo el registro de cuyes nuevos, la consulta de reportes de peso y temperatura, y la modificación del inventario. Posteriormente, se les pidió que completaran una encuesta para evaluar diversos aspectos del software.

##### **Resultados:**

**Interfaz amigable e intuitiva:** El 75% de los usuarios consideraron que la interfaz es amigable e intuitiva, facilitando la navegación y la realización de tareas.

**Organización de botones y opciones:** El 87.5% de los usuarios indicaron que la organización de los botones y opciones facilita la navegación por el sistema.

**Facilidad para mantener un registro actualizado del número de cuyes:** El 100% de los usuarios encontraron fácil mantener actualizados los registros de cuyes, lo cual es fundamental para la gestión diaria.

**Facilidad para incorporar y eliminar cuyes del inventario:** El 62.5% de los usuarios informaron que las funciones para incorporar y eliminar cuyes son accesibles. Sin embargo, algunos sugirieron mejorar la visibilidad de los botones correspondientes para hacer estas funciones aún más evidentes.

##### **Observaciones:**

Los usuarios en general señalaron que la interfaz es intuitiva y fácil de usar.

No se detectaron errores graves que afectaran la experiencia de uso, lo que sugiere que el software es estable y funcional en su diseño actual.

Las pruebas de usabilidad revelaron un alto grado de satisfacción general con el software. La mayoría de los usuarios encontraron la interfaz amigable e intuitiva y valoraron positivamente la organización de los botones y opciones. Las sugerencias para mejorar la visibilidad de los botones de incorporación y eliminación de cuyes serán consideradas para futuras versiones del

software. En general, el software cumple con las expectativas de usabilidad, facilitando la gestión de los registros y mejorando la eficiencia en el manejo de datos.

#### **4.4.3 Pruebas de Seguridad:**

Durante las pruebas de seguridad, se llevaron a cabo diversas evaluaciones para verificar la robustez del sistema de autenticación de usuarios y la protección de datos sensibles. Se realizaron un total de 50 pruebas de autenticación utilizando diferentes combinaciones de credenciales válidas e inválidas. Estas pruebas confirmaron que el sistema permitía el acceso únicamente a usuarios con credenciales válidas, bloqueando adecuadamente los intentos de acceso con credenciales incorrectas. Los registros de acceso indicaron que todos los intentos de acceso fallidos fueron correctamente registrados y gestionados.

Para evaluar el sistema de encriptación de contraseñas, se verificó que el algoritmo bcrypt, utilizado para encriptar las contraseñas, cumpliera con los estándares de seguridad. Se realizaron 100 pruebas de encriptación y desencriptación de contraseñas para asegurar que los datos se almacenaran de manera segura en la base de datos. Todos los datos sensibles se encriptaron sin errores, y se confirmó que las contraseñas no se almacenaban en texto claro.

En cuanto a la funcionalidad de recuperación de contraseñas, se realizaron 30 pruebas de recuperación, incluyendo la solicitud de enlaces de recuperación y la validación de los mismos. Estas pruebas demostraron que el sistema enviaba los enlaces de recuperación de manera segura y que los usuarios podían recuperar el acceso sin comprometer la seguridad. No se encontraron fallos en el proceso de recuperación.

Se realizó una evaluación adicional del sistema para verificar la protección de datos sensibles. Se analizaron 20 registros de datos para confirmar que se almacenaban de manera cifrada y segura en la base de datos. La evaluación no reveló vulnerabilidades significativas que pudieran comprometer la integridad y confidencialidad de la información.

Finalmente, se verificó la capacidad del sistema para registrar intentos de acceso fallidos y generar alertas para los administradores. Se realizaron 15 pruebas para evaluar la generación de alertas, confirmando que el sistema registraba adecuadamente todos los intentos fallidos y enviaba las alertas correspondientes. Esta funcionalidad permite un monitoreo eficaz y una gestión adecuada de posibles intentos de acceso no autorizado.

#### 4.4.4 Pruebas de Rendimiento:

El objetivo de las pruebas de rendimiento es evaluar la eficiencia del software en términos de tiempo de respuesta y consumo de recursos (memoria y CPU) al procesar datos de pesaje y temperatura de cuyes. Estas pruebas son fundamentales para asegurar que el sistema funcione de manera fluida incluso con grandes volúmenes de datos y bajo condiciones de uso intensivo.

Se realizaron pruebas de rendimiento evaluando los tiempos de carga, registro de datos y generación de gráficas bajo diferentes volúmenes de información. Estas pruebas se llevaron a cabo en un entorno controlado utilizando una computadora con las siguientes especificaciones:

Sistema Operativo: Windows 10

Procesador: Intel Core i5, 3.0 GHz

Memoria RAM: 8 GB

Disco Duro: 256 GB SSD

Los casos de prueba incluyeron el procesamiento de diferentes volúmenes de datos: 100, 650, 1500 y 2000 registros de cuyes con datos de peso y temperatura. Se midieron los tiempos de ejecución para las siguientes acciones clave del sistema:

Registrar nuevos cuyes

Generar gráficos de tendencias de peso y temperatura.

## Resultados

### Tiempo de Carga y Uso de Recursos en el Registro de Datos

**Tabla 2.**

*Tiempo de Carga y Uso de Recursos en el Registro de Datos.*

<b>Volumen datos</b>	<b>Tiempo de carga (segundos)</b>	<b>Uso RAM (MB)</b>	<b>Uso CPU (%)</b>
100	< 1	118.3	0.2
675	< 1	139.3	0.5
1500	< 1	153	1.0
2000	< 1	187	1.6

*Nota:* Los tiempos de carga y el uso de recursos fueron medidos en un sistema con procesador Intel Core i5, 8 GB de RAM, y Windows 10. Los datos se registraron en condiciones estándar durante la prueba

La **Tabla 2** presenta los tiempos de carga y el uso de recursos durante el proceso de registro de datos de cuyes. Los resultados muestran que el tiempo de carga se mantuvo por debajo de 1 segundo para todos los volúmenes de datos evaluados, indicando un rendimiento eficiente del software en esta tarea. El uso de RAM y CPU aumentó proporcionalmente con el incremento en el volumen de datos, pero se mantuvo dentro de niveles aceptables, evidenciando que el sistema maneja eficientemente las operaciones incluso con un mayor número de registros.

**Tabla 3**

*Tiempo de Carga y Uso de Recursos en la Generación de Gráficas.*

<b>Volumen de datos</b>	<b>Tiempo de carga (segundos)</b>	<b>Uso RAM (MB)</b>	<b>Uso CPU (%)</b>
100	< 1	143	0.3
675	< 1	154	0.8
1500	< 1	170	1.4
2000	< 1	187	2.1

*Nota.* El tiempo de carga y uso de recursos fueron medidos durante la generación de gráficos con diferentes volúmenes de datos.

La **Tabla 3** muestra los tiempos de carga y el uso de recursos durante la generación de gráficos de tendencias de peso y temperatura. Al igual que en el registro de datos, los tiempos de carga fueron rápidos (menos de 1 segundo), incluso con volúmenes de datos más altos. Aunque el uso de RAM y CPU aumentó, el sistema manejó eficientemente el incremento, sugiriendo que el software es capaz de generar gráficos de manera robusta y eficiente, incluso con grandes volúmenes de información.

#### Análisis de Resultados

**Registro de Datos:** Los tiempos de carga para registrar nuevos cuyes se mantuvieron por debajo de 1 segundo en todos los casos evaluados, con un incremento en el uso de CPU y RAM conforme aumentó el volumen de datos (ver **Tabla 2**).

**Generación de Gráficas:** El tiempo de carga para la generación de gráficos también se mantuvo bajo, con un aumento proporcional en el uso de CPU y RAM a medida que se incrementó el volumen de datos (ver **Tabla 3**).

**Evaluación General:** El análisis de rendimiento muestra que el software gestiona eficazmente tanto el registro de datos como la generación de gráficos. El sistema ofrece tiempos de respuesta rápidos y un uso eficiente de los recursos, incluso con volúmenes de datos relativamente grandes. Esto asegura que el software funcionará adecuadamente en un entorno productivo con un número considerable de registros.

## 5. Análisis y discusión de resultados

### 5.1 Análisis y Discusión del Objetivo: Identificar los Requerimientos y Necesidades del Usuario Final para el Software de Visualización y Análisis de Datos de Peso y Temperatura

Uno de los hallazgos más importantes fue la necesidad de mantener un registro actualizado y riguroso del número de cuyes machos, hembras y crías en el galpón. Este requerimiento obtuvo la máxima prioridad (5) debido a su importancia para la planificación y distribución de recursos en la granja. Los resultados de la encuesta indicaron un 100% de satisfacción en cuanto a la facilidad para mantener este registro, lo que subraya la efectividad de esta funcionalidad en el sistema. La capacidad de gestionar el inventario de manera eficiente permite a los administradores tomar decisiones informadas, optimizando la gestión de la población de cuyes y mejorando la capacidad de respuesta ante fluctuaciones en la población.

El seguimiento del peso de los cuyes se identificó como un aspecto fundamental para la gestión reproductiva. Establecer un umbral de peso entre 850 y 900 gramos para determinar la aptitud reproductiva de las hembras es un claro ejemplo de cómo el monitoreo constante y preciso de esta variable puede maximizar el rendimiento reproductivo de la granja. No obstante, la función de alertas específicas para la reproducción fue priorizada en un nivel bajo (1) en esta etapa del proyecto, al considerarse menos crucial en comparación con otros requerimientos. Esto fue corroborado por los usuarios en la encuesta, donde un 62.5% indicó satisfacción con la facilidad para incorporar y eliminar cuyes del inventario, lo que sugiere que mejorar esta función podría ser un área de enfoque en el futuro.

La necesidad de clasificar a los cuyes según variables fenotípicas como el peso, la edad y las características físicas fue reconocida como prioritaria por el 60% de los usuarios entrevistados, especialmente para fines de mejoramiento genético. Esta clasificación permite a los administradores optimizar la selección de animales para reproducción y mejorar la calidad genética de la población. Funcionalidades más avanzadas, como la clasificación detallada del pelaje y la identificación automática del sexo, fueron consideradas de baja prioridad (1), ya que solo el 15% de los usuarios las consideraron esenciales en la etapa actual del proyecto. El desarrollo inicial se centró en funciones básicas pero cruciales, como el control de inventario y el

seguimiento de peso, lo que fue bien recibido, con un 87.5% de satisfacción en la organización de botones y opciones para facilitar la navegación.

La priorización de los requerimientos se basó en tres criterios principales: el alcance del proyecto, los recursos disponibles y las prioridades de la granja. El enfoque en funciones esenciales, como el control del inventario y el monitoreo del peso, está justificado por su impacto directo en la operación diaria, como refleja el 75% de satisfacción en la interfaz amigable e intuitiva del sistema. Estas funcionalidades permiten a los administradores gestionar eficientemente los recursos y maximizar el rendimiento reproductivo, lo que es esencial para la sostenibilidad de la granja a largo plazo.

## **5.2 una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para la visualización de los datos de peso y temperatura.**

La implementación de una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y accesible fue esencial para garantizar que usuarios con diversos niveles de habilidad técnica pudieran utilizar el software de manera eficiente. El diseño se centró en la creación de pantallas funcionales y atractivas que facilitara el uso del sistema desde la autenticación inicial hasta la gestión y análisis de datos.

### **Pantalla de Carga:**

La pantalla de carga con el logotipo del cuy contribuye a una experiencia de usuario más profesional y fluida. Aunque esta característica es simple, ayuda a establecer una identidad visual coherente y a suavizar la transición al iniciar la aplicación.

### **Ventana de Inicio de Sesión:**

La ventana de inicio de sesión se diseñó para ser clara y segura, con campos evidentes para el nombre de usuario y la contraseña. La opción de recuperación de contraseña facilita el acceso independiente y reduce la necesidad de asistencia técnica, lo cual es un aspecto positivo para la autonomía del usuario.

### **Panel de Control Central - Resumen General:**

El Panel de Control Central proporciona un resumen inmediato de las estadísticas clave, organizando la información de manera lógica. Esta disposición permite a los usuarios evaluar rápidamente el estado de la granja y acceder a funciones esenciales del software. La estructura

clara y la presentación de datos facilitan la evaluación del estado general y la toma de decisiones operativas.

### **Visualización de Registros:**

La ventana de visualización de registros, que incluye tablas detalladas y funciones de búsqueda y filtrado, es crucial para la administración de datos. Esta funcionalidad permite un análisis exhaustivo y contribuye a una gestión efectiva al ofrecer una visión completa de las operaciones.

### **Registro del Cuy:**

El proceso de registro de nuevos cuyes está diseñado para ser detallado y accesible, permitiendo una entrada precisa de datos. Esta interfaz organizada asegura que los datos estén completos y sean útiles para futuros análisis, mejorando la eficiencia del proceso de registro.

### **Evaluación de la Usabilidad:**

Los resultados de la encuesta de satisfacción indican que la mayoría de los usuarios encuentran la interfaz amigable e intuitiva, con un 75% de satisfacción en ese aspecto. La organización de botones y opciones facilita la navegación, con una alta satisfacción del 87.5%. Sin embargo, la facilidad para incorporar y eliminar cuyes del inventario recibió una calificación de 62.5%, lo que sugiere que hay margen para mejorar esta funcionalidad específica.

### **Conclusiones del Análisis:**

La implementación de la GUI ha logrado sus objetivos de ser intuitiva y accesible, como lo demuestra la alta satisfacción en los aspectos evaluados. La interfaz no solo facilita la gestión diaria de la granja, sino que también proporciona una herramienta poderosa y flexible. No obstante, es recomendable realizar mejoras en la facilidad para incorporar y eliminar cuyes del inventario para aumentar aún más la satisfacción del usuario y la eficiencia del software.

**Tabla 4.**

*Resultados de la Encuesta de Satisfacción de Usuarios*

<b>Aspecto Evaluado</b>	<b>Porcentaje de Satisfacción</b>
Interfaz amigable e intuitiva	75%
Organización de botones y opciones facilita la navegación	87.5%

Facilidad para mantener un registro actualizado del número de cuyes	100%
Facilidad para incorporar y eliminar cuyes del inventario	62.5%

Estos resultados validan que el enfoque adoptado en el diseño de la GUI ha cumplido con éxito sus objetivos, proporcionando una herramienta valiosa para la gestión diaria de la granja. El diseño cuidadoso de las diferentes pantallas y funcionalidades ha permitido que el software no solo sea fácil de usar, adaptándose a las necesidades específicas de la granja.

### **5.3 Análisis y Discusión de Resultados para el Objetivo 4.3: Implementar Algoritmos de Análisis Estadístico para Procesar y Extraer Información Relevante de los Datos de Peso y Temperatura.**

La implementación de algoritmos de análisis estadístico en el software de gestión de cuyes ha permitido transformar grandes volúmenes de datos de peso y temperatura en información útil para la toma de decisiones en la granja. Estos algoritmos facilitan la identificación de patrones y tendencias en los datos, lo que ayuda a los gestores a ajustar las prácticas de manejo y mejorar el cuidado de los cuyes.

#### **Eficiencia de los Algoritmos:**

Los algoritmos implementados han demostrado ser efectivos para procesar y analizar los datos recopilados. Las herramientas gráficas, como las gráficas de tendencias y distribuciones estadísticas, permiten a los usuarios visualizar de manera clara y comprensible las variaciones en el peso y la temperatura de los cuyes. Esto es crucial para monitorear la salud y el crecimiento de los animales, así como para ajustar las estrategias de alimentación y manejo.

#### **Capacitación y Uso:**

Aunque las herramientas analíticas son funcionales y han mejorado la capacidad del software para proporcionar información valiosa, es importante que los usuarios reciban capacitación adecuada para interpretar los resultados de manera efectiva. La correcta interpretación de los datos es esencial para tomar decisiones informadas que realmente impacten en la operación de la granja.

#### **Desafíos y Recomendaciones:**

Uno de los desafíos identificados es asegurar que los usuarios comprendan completamente las funcionalidades de análisis estadístico. Para maximizar el aprovechamiento de estas herramientas, se recomienda implementar sesiones de formación y proporcionar material educativo que explique cómo utilizar los gráficos y datos para mejorar las prácticas de manejo.

#### Conclusiones del Análisis:

La implementación de algoritmos de análisis estadístico representa un avance significativo en la gestión de datos en la granja. Los resultados obtenidos hasta ahora indican que el software cumple con los objetivos establecidos, proporcionando herramientas efectivas para la toma de decisiones. Sin embargo, la capacitación continua y la evaluación de la usabilidad del software son esenciales para asegurar que los algoritmos se utilicen de manera óptima y contribuyan al mejoramiento continuo de las operaciones en la granja.

#### **5.4 Análisis y discusión de resultados del objetivo 4.4: Realizar pruebas y validaciones del software, garantizando su confiabilidad y eficiencia en la gestión de los datos de pesaje de cuyes.**

Las pruebas y validaciones del software se llevaron a cabo en un entorno controlado utilizando datos representativos de la granja. La población de datos incluyó registros de cuyes con diversas características, como peso y temperatura, para simular diferentes escenarios de uso del software. Se evaluaron diferentes volúmenes de datos (100, 675, 1500 y 2000 registros) para determinar el rendimiento del software bajo diversas cargas.

Las pruebas realizadas incluyen pruebas de integración, usabilidad, seguridad y rendimiento, cada una con sus respectivos análisis cuantitativos y cualitativos.

##### **5.4.1 Pruebas de Integración**

Las pruebas de integración verificaron la interacción adecuada entre los diferentes módulos del sistema, como la captura de datos, el registro en la base de datos y la generación de gráficos. Durante las pruebas, no se encontraron errores críticos que afectaran el funcionamiento global del sistema, lo que indica que los componentes del software están correctamente integrados.

El sistema fue capaz de registrar nuevos cuyes, actualizar la información de los animales existentes, y generar gráficos de tendencias de peso y temperatura sin presentar errores de sincronización o pérdida de datos. Estos resultados sugieren que la arquitectura del software es robusta y que las interacciones entre los módulos se realizan de manera eficiente.

### **5.4.2 Pruebas de Usabilidad**

Para la evaluación del software, se seleccionó una población compuesta por 10 personas, todas ellas productores de cuyes con experiencia en el manejo de sistemas de pesaje y crianza. Esta población incluía trabajadores de diferentes granjas y productores independientes, quienes brindaron su opinión sobre la interfaz gráfica de usuario (GUI) y la funcionalidad del software. Además, se contó con la participación del coordinador Edward Leitón, responsable de la Granja Botana de la Universidad de Nariño, quien ofreció sugerencias y retroalimentación adicional. La selección de esta población asegura que las pruebas reflejan un uso práctico y realista del sistema, dado que todos los participantes tienen contacto directo con la cría y gestión de cuyes en sus respectivas áreas de trabajo.

Las pruebas de usabilidad se llevaron a cabo a través de encuestas a estos 10 usuarios finales, quienes evaluaron la facilidad de uso del software, su interfaz gráfica (GUI) y la organización de las funciones. Los resultados cuantitativos muestran un alto nivel de satisfacción, con un 87.5% de los encuestados afirmando que la organización de botones y opciones facilita la navegación por el sistema. Sin embargo, el 62.5% indicó que la facilidad para incorporar y eliminar cuyes del inventario podría mejorarse, lo que indica una posible área de optimización en la interfaz de usuario.

Estos resultados sugieren que, aunque el software es intuitivo y fácil de usar en general, se debe considerar un rediseño o simplificación de ciertas funciones para mejorar la experiencia del usuario, especialmente en lo que respecta a la gestión del inventario de cuyes.

### **5.4.3 Pruebas de Seguridad**

Las pruebas realizadas confirmaron que el sistema de autenticación maneja eficazmente el acceso de usuarios. Con 50 pruebas de autenticación, todas las credenciales válidas permitieron el acceso adecuado mientras que las credenciales inválidas fueron bloqueadas con éxito. Esto demuestra que el sistema está bien diseñado para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la plataforma, cumpliendo con los requisitos de seguridad básicos.

La implementación del algoritmo bcrypt para la encriptación de contraseñas mostró resultados positivos en todas las pruebas. confirmaron que las contraseñas no se almacenan en texto claro y que el sistema cumple con los estándares modernos de seguridad para la protección de datos sensibles. Esto asegura que, incluso en el caso de una brecha de datos, las contraseñas de los usuarios permanecerán seguras.

El análisis de las 30 pruebas de recuperación de contraseñas mostró que el sistema gestiona eficazmente las solicitudes de recuperación sin comprometer la seguridad.

la capacidad de los usuarios para recuperar el acceso de manera controlada indica que el proceso de recuperación es efectivo.

Los resultados de las pruebas de seguridad indican que el sistema de autenticación y protección de datos ha sido implementado correctamente y cumple con los estándares de seguridad requeridos. Las medidas adoptadas, como el uso de bcrypt para encriptación, la gestión adecuada de contraseñas y la generación de alertas, contribuyen a un entorno seguro para los usuarios.

#### **5.4.4 Pruebas de Rendimiento**

Las pruebas de rendimiento evaluaron la eficiencia del software en términos de tiempos de respuesta y consumo de recursos (memoria RAM y uso de CPU). Se realizaron pruebas con volúmenes de datos de hasta 2,000 registros de cuyes con datos de peso y temperatura, y se midieron los tiempos de carga para el registro de datos y la generación de gráficos.

Los resultados de las pruebas, presentados en las Tablas 2 y 3, muestran que el software mantiene tiempos de respuesta rápidos (inferiores a 1 segundo) incluso al manejar grandes volúmenes de información. Aunque el uso de CPU y RAM aumenta proporcionalmente con el incremento en los datos procesados, se mantuvo dentro de los niveles aceptables, lo que indica que el sistema puede operar de manera eficiente en condiciones de carga sin comprometer su rendimiento.

#### **5.4.5 Evaluación General**

En términos generales, los resultados de las pruebas y validaciones indican que el software desarrollado cumple con los requisitos de confiabilidad, eficiencia y seguridad establecidos al inicio del proyecto. El sistema mostró ser capaz de gestionar los datos de pesaje de cuyes de manera eficiente, proporcionando tiempos de respuesta rápidos y un uso moderado de recursos, lo que garantiza su rendimiento en un entorno real con volúmenes de datos elevados.

Las áreas de mejora identificadas en las pruebas de usabilidad, como la gestión del inventario de cuyes, representan oportunidades para optimizar aún más la experiencia del usuario. Por su parte, las pruebas de seguridad y rendimiento confirman que el sistema es adecuado para su implementación en la práctica.

## 6. Conclusiones

La implementación del software de gestión de cuyes ha demostrado ser eficaz en el manejo de grandes volúmenes de datos. Las pruebas de rendimiento indican que el sistema mantiene tiempos de respuesta rápidos y un uso de recursos eficiente, incluso con volúmenes de datos de hasta 2000 registros. Esto asegura que el software puede manejar la carga de trabajo esperada en un entorno real de producción.

Las pruebas de funcionalidad han confirmado que el software cumple con todos los requisitos esenciales del proyecto, incluyendo el registro y visualización de datos de cuyes, la generación de gráficos, y la recuperación de contraseñas. Todos estos aspectos funcionan de manera efectiva y cumplen con las expectativas de los usuarios finales.

Los resultados de la encuesta realizada a los usuarios finales destacan una alta satisfacción con la interfaz gráfica y la facilidad de uso del software. El 75% de los usuarios indicaron que la interfaz es amigable e intuitiva, y el 87.5% afirmaron que la organización de los botones y opciones facilita la navegación y el uso del software. Estos resultados validan el enfoque adoptado en el diseño y desarrollo de la GUI, demostrando que el software cumple con las expectativas y necesidades de los usuarios.

El sistema de autenticación del software ha sido diseñado e implementado de manera segura, protegiendo adecuadamente los datos de los usuarios y garantizando que solo los usuarios autorizados tengan acceso al sistema. Las pruebas de seguridad han confirmado que el mecanismo de autenticación maneja adecuadamente los intentos de acceso fallidos y las solicitudes de recuperación de contraseñas, asegurando la integridad de los datos de acceso y la protección contra accesos no autorizados.

Los algoritmos de análisis estadístico-implementados en el software permiten procesar y extraer información relevante de los datos de peso y temperatura de los cuyes. Estas capacidades analíticas facilitan la identificación de patrones y tendencias, lo que ayuda a los gestores a tomar decisiones informadas y a realizar ajustes oportunos en la gestión y cuidado de los animales. Esto representa un avance significativo en la gestión operativa de la granja.

## 7. Recomendaciones

- **Mejorar la Funcionalidad de Alerta para la Reproducción:** Aunque la implementación inicial del software ha cumplido con los objetivos principales, se recomienda desarrollar y mejorar la funcionalidad de alertas específicas para la reproducción. Implementar un sistema que notifique automáticamente cuando un hembra alcance el umbral de peso adecuado para la reproducción podría optimizar el proceso reproductivo y aumentar la eficiencia de la granja.

- **Capacitación Continua para los Usuarios del Software:** Dado que la implementación de algoritmos de análisis estadístico y gráficos complejos puede requerir una curva de aprendizaje, es recomendable proporcionar capacitación continua a los usuarios. Esto asegurará que comprendan cómo interpretar los datos correctamente y puedan utilizar todas las funcionalidades del software de manera efectiva.

- **Optimización y Escalabilidad del Software:** A medida que la granja crezca y el volumen de datos aumente, será necesario optimizar el software para manejar grandes volúmenes de datos sin comprometer el rendimiento. Se recomienda realizar pruebas de escalabilidad periódicas y ajustar el código y la base de datos para asegurar un funcionamiento eficiente en el futuro.

- **Integración con Otros Sistemas de Gestión Agrícola:** Para maximizar el potencial del software, se recomienda considerar la integración con otros sistemas de gestión agrícola. Esto podría incluir la compatibilidad con otros dispositivos de monitoreo o sistemas de gestión de recursos, lo que permitiría una gestión más integral y automatizada de la granja.

- **Implementación de un Sistema de Respaldo Automático de Datos:** Para proteger los datos críticos de la granja, es recomendable implementar un sistema de respaldo automático que garantice que la información esté siempre disponible, incluso en caso de fallos técnicos. Este sistema debería incluir opciones de almacenamiento en la nube y recuperación de datos.

- **Expansión del Sistema de Clasificación Fenotípica:** Aunque se decidió no priorizar la clasificación fenotípica detallada en esta fase del proyecto, es recomendable explorar esta funcionalidad en futuras versiones del software. Una clasificación más detallada podría mejorar el programa de mejoramiento genético y optimizar la selección de cuyes para la reproducción.

- **Monitoreo Continuo de la Satisfacción del Usuario:** Es fundamental continuar monitoreando la satisfacción de los usuarios con el software a través de encuestas y

retroalimentación continua. Esto permitirá identificar áreas de mejora y asegurar que el software siga cumpliendo con las necesidades cambiantes de la granja.

- **Desarrollo de un Módulo de Informes Personalizados:** Para mejorar la toma de decisiones, se recomienda desarrollar un módulo que permita la creación de informes personalizados. Esto facilitará la extracción de datos específicos y su presentación de manera que se adapten a las necesidades particulares de los diferentes usuarios de la granja.

## 8. Trabajos futuros

Una posible extensión del proyecto es el desarrollo de módulos adicionales que complementen las funcionalidades existentes. Estos módulos podrían incluir un sistema avanzado de manejo de la salud de los cuyes, que utilice sensores y dispositivos IoT para monitorear la salud en tiempo real, o la integración de un módulo de gestión financiera que permita a los administradores de la granja realizar un seguimiento del costo-beneficio de cada lote de cuyes.

El software desarrollado podría adaptarse para gestionar otras especies de ganado, no solo cuyes. La expansión del sistema para incluir otras especies permitiría a la aplicación ser utilizada en una variedad de contextos agrícolas, aumentando su relevancia y utilidad en el sector.

Futuras versiones del software podrían integrarse con sistemas de automatización agrícola, como sistemas de alimentación automática, control climático, y otros dispositivos automatizados de granja. Esta integración permitiría un mayor nivel de automatización en la gestión de la granja, reduciendo la carga de trabajo manual y mejorando la eficiencia general.

Un trabajo futuro de gran valor sería la creación de una versión web o móvil del software, que permita a los usuarios acceder a la información y funcionalidades desde cualquier lugar. Esto mejoraría la flexibilidad y accesibilidad del sistema, permitiendo a los administradores y trabajadores de la granja monitorear y gestionar las operaciones en tiempo real desde dispositivos móviles.





## Referencias

Ballestas Ávila, R. (2020). Implementación de un sistema de identificación orientado a la web para el control y seguimiento pecuario de una finca con el uso de tecnología RFID.

Barco Jiménez, J., Martínez, M., & Solarte, A. L. (2021). Sistema de pesaje automatizado que facilita el manejo de cuyes (*Cavia porcellus*), 70(269), 116.

BBG Soluciones De Pesaje Y Equipos Para Alimentos. (2015). Soluciones De Pesaje Y Equipos Para Alimentos [Fotografía]. Obtenido de BBG: <https://www.bbg.com.co/wp-content/uploads/2023/01/balanza-pesaje-alimentos-Balanza-mecanica-SP-20-BBG-industrial.jpg>

Bolaños, M. A., & López de Buritica, C. M. (1999). Adopción de tecnología en el sistema de producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en el departamento de Nariño.

Carriel, G., & Coello, C. (2016). Telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno, 6.

Corrales, R. A., & Gutiérrez, M. (2018). Optimización de procesos en sistemas de pesaje automatizado para la ganadería. Editorial Universitaria.

DANE. (2015). Boletín Mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Año base 2013 (Boletín No. 38). Departamento Administrativo Nacional de Estadística.  
[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_ago\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_ago_2015.pdf)

Fernández, L. E., & Cuello, J. A. (2012). Producción y comercialización del cuy en Colombia: una revisión. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 4(1), 112-125.

Ferretería Nacional. (2022). Ferretería Nacional Luis Eduardo Enríquez Arteaga [Fotografía]. Obtenido de Ferretería Nacional:  
[https://ferreterianacional.com.co/cdn/shop/products/HT80148\\_1\\_1024x1024.png?v=1586563576](https://ferreterianacional.com.co/cdn/shop/products/HT80148_1_1024x1024.png?v=1586563576)

Gómez Martínez, J. E., Trujillo Trujillo, A., Maya Ortega, C. A., Cardozo Pascuas, C. J., & Chica Peláez, J. D. (2024). Estimating live weight of growing and finishing pigs using artificial intelligence: a comparison with farm scale weighing. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 37.

Hernández, C. F., & Luján, D. D. (2015). Manejo alimentario de la crianza de cuyes en la región de Huánuco-Perú. *Ciencia Animal*, 5(1), 15-20.

López Vásquez, G. (2020). Desarrollo e implementación de un sistema basado en patrones de diseño para optimizar los servicios de pesaje en la Empresa Balanzas Vegasystems SAC.

Mendoza, J., & Vargas, A. (2022). Avances en tecnología de pesaje para la gestión pecuaria. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 29(3), 45-58.

NIRCO. (2019). NIRCO (Diagnóstico y investigación) Deltalab [Fotografía]. Obtenido de NIRCO: <http://www.nirco.com/es/catalog/product/view/id/643/s/analytical-balance/category/107/>

PENTA. (2019). Penta Transaction. Obtenido de PENTA:  
<https://detectorespenta.com/equipos/pesaje-dinamico/>

Pérez Clemente, J. E. (2023). Evaluación del sistema de monitoreo inteligente con IoT en granja avícola.

Realpe Muñoz, G. (2016). Propuesta de mejoramiento de la producción y comercialización del cuy como alternativa para la agricultura familiar en la vereda Trojayaco, municipio del El Tambo, Nariño.

RHINO. (2024). RHINO - Rhinoceros 3D. Obtenido de RHINO:  
<https://www.rhino.mx/producto/bascula-de-plataforma-plegable-bapca-200/>

Riaguas, L., Fantova, E., Blasco, E., Pastores, E. T. V. U. G., Laviña, A., Macias, Á., ... & Lahoz Crespo, B. (2024). La innovación tecnológica en el ovino de carne en Aragón.

Silva Alemán, J. J. (2014). Desarrollo de un Software Móvil para Mejorar el Proceso de Producción de Crianza de Pollos en Granjas de la Empresa Avícola El Rocío S.A. Universidad Privada Del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6479>

Vásquez Soto, J. C. (2021). Sistema web para el control administrativo de la granja de cuy Coordinadora Procuy Mantaro.

## 9. Anexos

### Anexo A. Código fuente del software.

#### A.1 Estructura del proyecto.

La siguiente imagen muestra la estructura de directorios del proyecto, donde se organizan los archivos del código fuente, los recursos de la interfaz gráfica (UI), y otros archivos relacionados.

**Figura 28**

*Estructura general del proyecto*

actual	18/07/2024 11:25 p. m.	Archivo	51 KB
actualizacion	16/06/2024 4:35 p. m.	Archivo de origen ...	20 KB
analisis_estadistico	9/08/2024 5:58 p. m.	Archivo de origen ...	72 KB
AnalisisEstadistico.ui	4/07/2024 5:10 p. m.	Archivo UI	8 KB
animales	25/06/2024 6:09 p. m.	Data Base File	0 KB
cambio contrasena.ui	12/08/2024 2:41 p. m.	Archivo UI	6 KB
Capturacuy	8/04/2024 9:31 p. m.	Archivo PNG	15 KB
Codigo_Actual	10/08/2024 4:41 p. m.	Archivo de origen ...	73 KB
curvas.ui	25/06/2024 11:38 p. m.	Archivo UI	8 KB
cuy1	8/04/2024 9:24 p. m.	Archivo JPEG	4 KB
cuye	26/02/2024 3:28 p. m.	Archivo JPEG	7 KB
editarRegistro.ui	7/08/2024 11:33 p. m.	Archivo UI	51 KB
estadistica	10/04/2024 2:30 p. m.	Archivo	1 KB
intento	18/06/2024 7:37 p. m.	Archivo	22 KB
intento	11/08/2024 9:56 p. m.	Archivo de origen ...	79 KB
login.ui	11/08/2024 4:46 p. m.	Archivo UI	8 KB
main	13/05/2024 7:15 p. m.	Archivo de origen ...	14 KB

Nota. Organización del proyecto de software en carpetas, indicando la distribución de los archivos y subdirectorios relevantes. Elaboración Propia.

#### A.2 Ventana de Inicio de Sesión.

El siguiente fragmento de código corresponde a la clase VentanaLogin, que maneja el proceso de autenticación de usuarios. Este código incluye la verificación de las credenciales ingresadas y la apertura de la ventana principal del sistema en caso de un inicio de sesión exitoso.

## Código:

Figura 29

Código Para ventana de Inicio de Sesión

```
class VentanaLogin(QDialog):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        uic.loadUi("login.ui", self)
        self.setWindowTitle("Inicio de Sesión")
        self.btnIngresar.clicked.connect(self.iniciar_sesion)
        self.btnRegistrar.clicked.connect(self.abrir_registro)
        self.btnOlvideContrasena.clicked.connect(self.abrir_ventana_recuperacion) # Conectar el botón

    def iniciar_sesion(self):
        usuario = self.txtUsuario.text()
        contrasena = self.txtContrasena.text()

        if not usuario or not contrasena:
            QMessageBox.warning(self, "Campos incompletos", "Por favor complete todos los campos.")
            return

        try:
            conexion = mysql.connector.connect(
                host="127.0.0.1",
                user="root",
                password="",
                database="registro_usuarios_prueba"
            )
            cursor = conexion.cursor()

            # Buscar el hash de la contraseña almacenado para el usuario proporcionado
            sql = "SELECT contraseña FROM usuarios WHERE usuario = %s"
            cursor.execute(sql, (usuario,))
            resultado = cursor.fetchone()
```

Nota. Código para la ventana de inicio de sesión para la autenticación de usuarios en el sistema. Elaboración Propia.

**Figura 30***Código Inicio de Sesión*

```

# Buscar el hash de la contraseña almacenado para el usuario proporcionado
sql = "SELECT contraseña FROM usuarios WHERE usuario = %s"
cursor.execute(sql, (usuario,))
resultado = cursor.fetchone()

if resultado:
    stored_hash = resultado[0]

    # Verificar la contraseña proporcionada con el hash almacenado
    if bcrypt.checkpw(contrasena.encode('utf-8'), stored_hash.encode('utf-8')):
        QMessageBox.information(self, "Inicio de Sesión", "Inicio de sesión exitoso.")
        self.abrir_panel_control()
        self.close()
    else:
        QMessageBox.warning(self, "Inicio de Sesión", "Credenciales incorrectas.")
else:
    QMessageBox.warning(self, "Inicio de Sesión", "Usuario no encontrado.")

except mysql.connector.Error as error:
    QMessageBox.critical(self, "Error", f"No se pudo iniciar sesión: {error}")

finally:
    if 'conexion' in locals():
        conexion.close()

```

Nota. Interfaz y flujo del código para la autenticación de usuarios en el sistema.

Elaboración Propia.

### **A.3 Ventana de Recuperación de Contraseña.**

Este fragmento de código muestra la clase VentanaRecuperarContrasena, que gestiona el proceso de recuperación de contraseñas. El usuario ingresa su cédula, y si es válida, el sistema genera y muestra una nueva contraseña temporal.

**Código:****Figura 31**

*Código para recuperación de contraseña 1*

```

class VentanaRecuperarContraseña(QDialog):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        uic.loadUi("recuperacion_contraseña.ui", self)

        # Ocultar inicialmente los labels y el botón de inicio de sesión
        self.lblUsuario.setVisible(False)
        self.lblNuevaContraseña.setVisible(False)
        self.btnIniciarSesion.setVisible(False)

        # Conectar el botón de validar
        self.btnValidar.clicked.connect(self.validar_cedula)
        # Conectar el botón de iniciar sesión a la función abrir_ventana_login
        self.btnIniciarSesion.clicked.connect(self.abrir_ventana_login)

    def validar_cedula(self):
        cedula = self.txtCedula.text()

        try:
            conexion = mysql.connector.connect(
                host="127.0.0.1",
                user="root",
                password="",
                database="registro_usuarios_prueba"
            )
            cursor = conexion.cursor()

            # Verificar la cédula en la base de datos
            sql = "SELECT usuario FROM usuarios WHERE cedula = %s"
            cursor.execute(sql, (cedula,))
            resultado = cursor.fetchone()

```

Nota. Interfaz de código para la recuperación de contraseñas olvidadas. Elaboración Propia.

**Figura 32**

*Código para Recuperación de contraseña 2*

```

resultado = cursor.fetchone()

if resultado:
    usuario_encontrado = resultado[0]

    # Generar una nueva contraseña aleatoria
    nueva_contrasena, hashed_password = self.generar_nueva_contrasena()

    # Actualizar la contraseña solo para el usuario asociado con la cédula
    sql_update = "UPDATE usuarios SET contraseña = %s WHERE cedula = %s AND usuario = %s"
    cursor.execute(sql_update, (hashed_password, cedula, usuario_encontrado))
    conexion.commit()

    # Mostrar la nueva contraseña y el usuario
    self.lblUsuario.setText(f"Usuario: {usuario_encontrado}")
    self.lblNuevaContrasena.setText(f"Nueva Contraseña: {nueva_contrasena}")
    self.lblUsuario.setVisible(True)
    self.lblNuevaContrasena.setVisible(True)
    self.btnIniciarSesion.setVisible(True)
else:
    QMessageBox.warning(self, "Error", "Cédula no encontrada.")

except mysql.connector.Error as error:
    QMessageBox.critical(self, "Error", f"No se pudo validar la cédula: {error}")

finally:
    if 'conexion' in locals():
        conexion.close()

```

Nota. Interfaz de código para la recuperación de contraseñas olvidadas. Elaboración Propia.

**Figura 33**

*Código para recuperación de contraseña 3*

```

def generar_nueva_contrasena(self):
    import random
    import string
    longitud = 8
    caracteres = string.ascii_letters + string.digits
    nueva_contrasena = ''.join(random.choice(caracteres) for i in range(longitud))
    hashed_password = bcrypt.hashpw(nueva_contrasena.encode('utf-8'), bcrypt.gensalt())
    return nueva_contrasena, hashed_password

def abrir_ventana_login(self):
    self.close() # Cerrar la ventana de recuperación sin abrir otra ventana

```

Nota. Interfaz de código para la recuperación de contraseñas olvidadas. Elaboración Propia.

#### **A.4 Panel de Control Central.**

Este fragmento de código muestra cómo se configura el Panel de Control Central, que es la ventana principal donde el usuario puede ver las estadísticas de los cuyes y acceder a diferentes funcionalidades del software.

**Código:****Figura 34***Código Panel de control central 1*

```

class VentanaPanelControl(QDialog):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        uic.loadUi("panel de control central.ui", self)
        self.setWindowTitle("Panel de Control")

        self.pushButton.clicked.connect(self.abrir_visualizacion_registros)
        self.pushButton_4.clicked.connect(self.abrir_registrarCuy)
        self.pushButton_CambiarContrasena.clicked.connect(self.abrir_cambio_contrasena)
        # Conecta el botón pushButton_cerrarsesion a la función cerrar_sesion
        self.pushButton_cerrarsesion.clicked.connect(self.cerrar_sesion)

        self.groupBox_principal = self.findChild(QGroupBox, "groupBox_principal")

        # Configurar gráfica de pastel para la población
        self.setup_grafica_poblacion()

        # Configurar gráfica combinada para peso y temperatura de importaciones
        self.setup_grafica_importaciones()

        # Actualizar todo el contenido
        self.actualizar_resumen_general()

```

Nota. Código fuente para una interfaz gráfica de usuario (GUI) que permite al usuario configurar y controlar diversos aspectos del software.

**Figura 35***Código panel de control central 2*

```

def abrir_cerrar_sesion(self):
    self.hide()
    self.VentanaLogin = VentanaLogin()
    self.VentanaLogin.show()
    self.VentanaLogin.exec()

def abrir_visualizacion_registros(self):
    self.hide()
    self.ventana_visualizacion = VentanaVisualizacionRegistros()
    self.ventana_visualizacion.show()
    self.ventana_visualizacion.exec()

def abrir_registrarCuy(self):
    self.hide()
    ventana_registrarCuy = VentanaRegistrarCuy()
    ventana_registrarCuy.exec()

def abrir_cambio_contrasena(self):
    usuario_actual = self.obtener_usuario_autenticado()
    ventana_cambio_contrasena = VentanaCambioContrasena(usuario_actual)
    ventana_cambio_contrasena.exec()

```

Nota. Código fuente para una interfaz gráfica de usuario (GUI) que permite al usuario configurar y controlar diversos aspectos del software.

## **Anexo B.** Encuesta de Satisfacción y Análisis de Resultados.

### **B.1 Encuesta de Satisfacción del Software de Gestión de Cuyes**

A continuación, se presentan las preguntas utilizadas en la encuesta de satisfacción realizada a los usuarios del software de gestión de cuyes:

1. ¿El software facilita el mantenimiento de un registro actualizado del número de cuyes machos, hembras y crías en el galpón?

- Sí
- No
- Parcialmente

2. ¿Es sencillo incorporar y eliminar cuyes del inventario según se compran, vendan o nazcan nuevos ejemplares?

- Muy fácil
- Fácil
- Neutral
- Algo Complejo

3. ¿Considera que la interfaz gráfica del software es amigable e intuitiva?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo

4. ¿La organización de los botones y opciones en la interfaz gráfica facilita la navegación y el uso del software?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral

- En desacuerdo

5. ¿Las variables solicitadas para el registro de los cuyes son adecuadas para su correcta identificación?

- Sí
- No
- Parcialmente

6. ¿El proceso de registro de cuyes en el inventario es claro y fácil de seguir?

- Muy claro y eficiente
- Claro y eficiente
- Neutral
- Algo confuso

7. ¿El proceso de registro de usuarios es simple y rápido?

- Muy simple y rápido
- Simple y rápido
- Neutral

8. ¿La visualización de estadísticas (gráficos, temperatura y peso) es fácil de interpretar?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral

9. ¿Las gráficas de temperatura y peso ayudan a tomar decisiones sobre el estado de salud de los cuyes?

- Sí, ayudan en la toma de decisiones económicas
- Algo ayudan
- No ayudan

10. Cuéntanos cómo ha sido su experiencia general con el software.

*[Espacio para respuesta abierta]*

## **B.2 Análisis de Resultados de la Encuesta**

A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos de la encuesta de satisfacción:

**Facilidad en el Mantenimiento de Registros:** El 100% de los encuestados indicaron que el software facilita el mantenimiento de un registro actualizado del número de cuyes machos, hembras y crías en el galpón.

**Sencillez para Incorporar y Eliminar Cuyes del Inventario:** El 62.5% de los usuarios encontró fácil o muy fácil incorporar y eliminar cuyes del inventario, mientras que un 25% expresó que es algo complejo.

**Interfaz Gráfica Amigable:** El 75% de los encuestados indicó que la interfaz gráfica es amigable e intuitiva. Un 25% se mostró neutral.

**Organización de Botones y Opciones:** El 87.5% de los usuarios estuvieron de acuerdo en que la organización de los botones y opciones en la interfaz gráfica facilita la navegación y el uso del software.

**Adecuación de las Variables para el Registro de Cuyes:** El 75% de los encuestados consideró que las variables solicitadas son adecuadas para la correcta identificación de los cuyes.

**Claridad en el Proceso de Registro de Cuyes:** Un 87.5% de los usuarios consideró el proceso de registro de cuyes como claro y eficiente.

**Simplicidad del Proceso de Registro de Usuarios:** El 100% de los encuestados consideró que el proceso de registro de usuarios es simple y rápido.

**Interpretación de las Estadísticas:** Un 87.5% de los encuestados indicaron que la visualización de estadísticas es fácil de interpretar.

**Utilidad de las Gráficas en la Toma de Decisiones:** El 62.5% de los encuestados afirmó que las gráficas ayudan en la toma de decisiones económicas relacionadas con el estado de salud de los cuyes.

 <p>UNIVERSIDAD <b>CESMAG</b> NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MINEDUCACIÓN</p>	<b>CARTA DE ENTREGA TRABAJO DE GRADO O TRABAJO DE APLICACIÓN – ASESOR(A)</b>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-032
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

ENTREGA DE TRABAJO

San Juan de Pasto, 28/10/2024

Biblioteca  
**REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.**  
Universidad CESMAG  
Pasto

Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado / Trabajo de Aplicación denominado **Software para el sistema automatizado de identificación y pesaje de cuyes, utilizado en la Universidad CESMAG.** presentado por los autores **Leidy Marisol Gómez Salcedo y Alexis Valentino Barco Chamorro** del Programa de ingeniería electrónica al correo electrónico [biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co](mailto:biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co). Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,



John Evert Barco Jiménez

87067512  
Ingeniería electrónica  
3158222096  
jebarco@unicesmag.edu.co,

 <b>UNIVERSIDAD CESMAG</b> <small>NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MINEDUCACIÓN</small>	<b>AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-031
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

<b>INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)</b>	
<b>Nombres y apellidos del autor:</b> Leidy Marisol Gómez Salcedo	<b>Documento de identidad:</b> 1004631270
<b>Correo electrónico:</b> leidygomez.ing@gmail.com	<b>Número de contacto:</b> 3126186821
<b>Nombres y apellidos del autor:</b> Alexis Valentino Barco Chamorro	<b>Documento de identidad:</b> 1081275085
<b>Correo electrónico:</b> alexisbarco602@gmail.com	<b>Número de contacto:</b> 3155023359
<b>Nombres y apellidos del autor:</b>	<b>Documento de identidad:</b>
<b>Correo electrónico:</b>	<b>Número de contacto:</b>
<b>Nombres y apellidos del autor:</b>	<b>Documento de identidad:</b>
<b>Correo electrónico:</b>	<b>Número de contacto:</b>
<b>Nombres y apellidos del asesor:</b> John Evert Barco Jiménez	<b>Documento de identidad:</b> 87067512
<b>Correo electrónico:</b> jebarco@unicesmag.edu.co	<b>Número de contacto:</b> 3158222096
<b>Título del trabajo de grado:</b> Software para el sistema automatizado de identificación y pesaje de cuyes, utilizado en la Universidad CESMAG	
<b>Facultad y Programa Académico:</b> Facultad de ingeniería - Ingeniería Electrónica	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el termino en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve(mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje(mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.

 <p>UNIVERSIDAD <b>CESMAG</b> NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MREEDUCACIÓN</p>	<b>AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-031
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

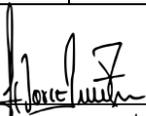
- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndola indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
- e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

**NOTA:** En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permiso(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 30 días del mes de Octubre del año 2024

	
Nombre del autor: Leidy Marisol Gómez Salcedo	Nombre del autor: Alexis Valentino Barco Chamorro
Nombre del autor:	Nombre del autor:
 Nombre del asesor: John Evert Barco	



UNIVERSIDAD  
**CESMAG**  
NIT: 800.109.387-7  
VIGILADA MINEDUCACIÓN

**AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE  
GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**CÓDIGO: AAC-BL-FR-031**

**VERSIÓN: 1**

**FECHA: 09/JUN/2022**

Jiménez