



Determinación de la eficiencia de desempeño de una aplicación web para el control ganadero en la finca Santa Isabel

Determining the performance efficiency of a web application for livestock control at the Santa Isabel farm

Determinação da eficiência de desempenho de uma aplicação web para controle pecuário na Fazenda Santa Isabel

Steeven Eduardo Romero Cangas ^I
romeros1291@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-9192-1353>

Julio Roberto Santillán Castillo ^{II}
jsantillan@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4087-6627>

Ángel Patricio Mena Reinoso ^{III}
angel.mena@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3216-163X>

Julio Francisco Guallo Paca ^{IV}
jguallo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8799-4735>

Correspondencia: romeros1291@gmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de julio de 2025 * **Aceptado:** 24 de agosto de 2025 * **Publicado:** 10 de septiembre de 2025

- I. Investigador independiente, Ecuador.
- II. Grupo de Investigación e Interacción en Tecnologías de la Comunicación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- III. Grupo de Investigación e Interacción en Tecnologías de la Comunicación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Resumen

En este trabajo se evaluó la eficiencia de desempeño de un aplicativo web destinado a agilizar y automatizar los procedimientos de control ganadero en la finca Santa Isabel, cantón Chambo, Ecuador; tras determinarse que existe un déficit en la gestión del tiempo destinado al cumplimiento de los procesos que se realizan en la misma. La evaluación de la calidad del producto software se llevó a cabo conforme al estándar ISO/IEC 25010, utilizando las subcaracterísticas comportamiento en el tiempo y utilización de recursos, utilizando las métricas de cada una de ellas se obtuvo una calificación del 90,17%. Adicionalmente, a través de la prueba estadística t de Student, con un nivel de significancia del 5% y cuatro grados de libertad, se demostró que la aplicación reduce el tiempo de respuesta en aproximadamente 20,47 minutos, comparado con los procesos manuales en la finca, lo que se traduce en un ahorro del 68,23%.

Palabras Clave: Aplicativo Web; Metodología Scrumban; ISO/IEC 25010; Eficiencia de Desempeño.

Abstract

This paper evaluated the performance efficiency of a web-based application designed to streamline and automate livestock control procedures at the Santa Isabel farm, Chambo canton, Ecuador. It was determined that there was a deficit in the management of time allocated to compliance with the processes carried out there. The software product quality evaluation was carried out in accordance with the ISO/IEC 25010 standard, using the subcharacteristics of time behavior and resource utilization. Using the metrics of each of these, a score of 90.17% was obtained. Additionally, using the Student's t-test, with a significance level of 5% and four degrees of freedom, it was shown that the application reduces response time by approximately 20.47 minutes, compared to manual processes on the farm, which translates into a savings of 68.23%.

Keywords: Web Application; Scrumban Methodology; ISO/IEC 25010; Performance Efficiency.

Resumo

Este artigo avaliou a eficiência de desempenho de uma aplicação web concebida para agilizar e automatizar os procedimentos de controle de bovinos na exploração de Santa Isabel, cantão de Chambo, Equador. Foi determinado que existia um défice na gestão do tempo alocado para o cumprimento dos processos aí realizados. A avaliação da qualidade do produto de software foi

realizada de acordo com a norma ISO/IEC 25010, utilizando as subcaracterísticas de comportamento do tempo e utilização de recursos. Utilizando as métricas de cada uma delas, obteve-se uma pontuação de 90,17%. Além disso, utilizando o teste t de Student, com um nível de significância de 5% e quatro graus de liberdade, demonstrou-se que a aplicação reduz o tempo de resposta em aproximadamente 20,47 minutos, em comparação com os processos manuais na exploração, o que se traduz numa poupança de 68,23%.

Palavras-chave: Aplicação Web; Metodologia Scrumban; ISO/IEC 25010; Eficiência de Desempenho.

Introducción

En la actualidad, el uso de aplicaciones y software ha adquirido un rol de gran importancia en la vida diaria, ofreciendo la posibilidad de acelerar tareas y procesos en el entorno empresarial, tomando siempre en cuenta la calidad del producto software, refiriéndose a ella como el conjunto de atributos deseables que posee un producto software, los cuales son medibles (cuantitativa o cualitativamente), permitiendo hacer comparaciones para conocer si se cumple con las expectativas del cliente o no (Moreno et al., 2010).

En este escenario, las aplicaciones y productos de software se han convertido en compañeros indispensables para aumentar el rendimiento y la efectividad de la ganadería, contribuyendo así a su crecimiento y éxito. Los ganaderos en Ecuador afrontan la imperiosa tarea de elevar la eficiencia en la gestión de la productividad de su ganado, con el propósito de tomar decisiones más fundamentadas y atenuar los impactos de los gastos de producción. Específicamente, la etapa de producción de leche sobresale como un elemento crucial en la cadena de producción láctea, ya que constituye la parte más significativa en la influencia de los costos de manufactura y, por ende, en la toma de decisiones relacionadas con la asignación de recursos necesarios (Boscán & Sierra, 2018). En la industria ganadera, las actividades deben orientarse hacia la producción de uno o varios productos con el objetivo de obtener beneficios económicos, como el gestionar la producción del hato lechero (Díaz & León, 2022), (Sánchez et al., 2022). Para alcanzar este objetivo, es crucial implementar productos software que faciliten la evaluación de los logros alcanzados y su comparación con los objetivos previamente establecidos (Rivera & Fernández, 2020).

En el ámbito ganadero, la transformación digital implica una reestructuración del modelo de negocio tal como se ha conocido hasta el momento, aprovechando las oportunidades que ofrece la

tecnología. Este proceso de digitalización conlleva una serie de ventajas, como una mayor capacidad de adaptación a cambios inesperados, lo que se traduce en una prestación de servicios más eficientes al cliente. Además, se lleva a cabo un análisis de datos más detallado y completo y, tanto la comunicación interna como la gestión logística se ven notablemente mejoradas gracias a la implementación de procesos más rápidos.

El objetivo del presente trabajo se centra en evaluar la eficiencia del aplicativo web de gestión ganadera y procesos de producción lechera de la finca Santa Isabel, utilizando una de las ocho características existentes en el estándar ISO/IEC 25010.

La Ganadería en Ecuador

La ganadería juega un papel fundamental en fomentar la sostenibilidad en la agricultura. En todo el mundo, aproximadamente 1.300 millones de agricultores y comerciantes están involucrados en esta actividad, contribuyendo significativamente con el 40 % al 50 % del producto interno bruto (PIB) agrícola (FAO, 2018). De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) de Ecuador, la ganadería es una actividad económica de gran relevancia. El sector agropecuario representó el 10.7% del PIB, ubicándose como la segunda fuente más importante de ingresos para la economía nacional, después de la producción petrolera (Banco Central del Ecuador, 2021). Se realizó un análisis por provincia y cantón obteniendo los siguientes resultados:

En la provincia de Chimborazo, cantón Chambo, según la información proporcionada por la Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), la región de la Sierra contribuye con un 73.5% del total de la economía nacional, mientras que la región de la Costa representa el 16.66%, y la región del Oriente aporta en promedio un 9.84% (AGSO, 2016). La Asociación San Antonio de Guayllabamba, una organización sin ánimo de lucro establecida en la comunidad del mismo nombre en el cantón Chambo, ubicado en la Provincia de Chimborazo, tiene como objetivo principal impulsar el desarrollo comunitario mediante la mejora de la producción agrícola y ganadera. Esta entidad, en funcionamiento desde 2009, cuenta con 65 miembros dedicados a la ganadería. En sus 165 hectáreas de tierra, generan un promedio diario de 15,000 litros de leche cruda (Oleas et al., 2020).

Los procesos vinculados a la administración del ganado permiten medir metas concretas y analizar los beneficios resultantes de las modificaciones aplicadas en la explotación agrícola (Pronaca, 2023), (Arroyave, 2023). Dentro del contexto de las explotaciones lecheras, el principal enfoque

se orienta hacia la reducción del período de secado de las vacas al mínimo, ya que se ha notado que la producción de leche es óptima durante los primeros 120 días de producción. Es esencial llevar a cabo un control riguroso en lo que respecta a la reproducción en estas explotaciones. En el caso de las vacas lecheras, la fertilidad se ve influenciada por diversos factores, como la nutrición, el manejo, la salud, la genética y otros aspectos.

TICs y Ganadería

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han introducido una variedad de herramientas prácticas destinadas a abarcar todos los sectores de la economía, lo que ha resultado en mejoras tanto en la estructura organizativa como en la productividad. La producción ganadera no escapa a este contexto, y la recopilación de datos mediante la utilización de TICS, permite obtener información de gran relevancia para la toma de decisiones (Gorandi et al., 2016). En el ámbito de la cría de animales, y específicamente en la producción ganadera en el control nutricional, alimenticio (Segura, 2021), y también se ha experimentado avances significativos en términos de comercialización gracias a los cambios introducidos en las subastas en línea, lo que ha modificado el proceso de venta de ganado (Carvajal, 2014).

Se menciona el trabajo realizado por Rivera & Fernández (2020), en él se enfoca la creación de una aplicación llamada SuiteFarm, destinada a la administración y seguimiento de actividades relacionadas con la ganadería. En este proceso, se recolectan datos sobre ganado que abarcan aspectos generales, reproductivos, productivos, zoonosanitarios y zootécnicos. Para llevar a cabo esta implementación, se desarrollan un total de 17 módulos que cubren de manera integral todas las diversas tareas relacionadas con la ganadería, incluyendo los aspectos mencionados. Es importante mencionar que SuiteFarm se basa en la plataforma SuiteCRM.

Murillo & Zambrano (2013) desarrollaron una aplicación web para mejorar la gestión del ganado bovino. Su estudio se enfocó en crear un sistema que facilitara el registro y seguimiento de actividades ganaderas, con el fin de agilizar procesos y aumentar la eficiencia. Usaron la programación en pares, trabajando juntas en equipo, lo que permitió una mejor coordinación y un software de mayor calidad. La implementación del sistema trajo mejoras económicas, ya que generó informes detallados sobre la producción de leche y la valoración del ganado.

Metodología de desarrollo Scrumban

La metodología SCRUMBAN se origina a partir de la fusión de los principios fundamentales de dos destacados enfoques ágiles de gestión de proyectos en la actualidad: SCRUM y KANBAN

(Molina Ríos, 2021). A pesar de que a simple vista puedan parecer similares, estas dos estrategias de gestión presentan diferencias en la forma en que abordan los proyectos. Por lo tanto, la innovadora perspectiva de SCRUMBAN se enfoca en combinar aquellos elementos que se complementan mutuamente.

Norma ISO/IEC 25010

La Norma ISO/IEC 25010 es una evolución de la ISO 9126 y representa una revisión del marco propuesto, incorporando modificaciones y añadiendo nuevas características para evaluar la calidad del software. Esta norma introduce un modelo de calidad del producto que comprende ocho características principales que a su vez se subdividen en subcaracterísticas. Estas características están vinculadas tanto a las propiedades estáticas del software como a las propiedades dinámicas del sistema informático. Es importante destacar que este modelo es aplicable tanto a sistemas informáticos en general como a productos de software específicos (ISO/IEC 25010, 2011). En la Figura 1 se puede apreciar las 8 características de la calidad del producto software.

CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE								
ADECUACIÓN FUNCIONAL	EFICIENCIA DE DESEMPEÑO	COMPATIBILIDAD	CAPACIDAD DE INTERACCIÓN	FIABILIDAD	SEGURIDAD	MANTENIBILIDAD	FLEXIBILIDAD	PROTECCIÓN
COMPLETITUD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO TEMPORAL	COEXISTENCIA	RECONOCIBILIDAD DE ADECUACIÓN	AUSENCIA DE FALLOS	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTABILIDAD	RESTRICCIÓN OPERATIVA
CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	APRENDIZABILIDAD	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUSABILIDAD	ESCALABILIDAD	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS
PERTINENCIA FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	NO-REPUDIO	ANALIZABILIDAD	INSTALABILIDAD	PROTECCIÓN ANTE FALLOS
			PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES DE USUARIO	RECUPERABILIDAD	RESPONSABILIDAD	CAPACIDAD DE SER MODIFICADO	REEMPLAZABILIDAD	ADVERTENCIA DE PELIGRO
			INVOLUCRACIÓN DEL USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE SER PROBADO		INTEGRACIÓN SEGURA
			INCLUSIVIDAD		RESISTENCIA			
			ASISTENCIA AL USUARIO					
			AUTO-DESCRIPTIVIDAD					

Figura 1. Características de calidad ISO/IEC 25010

La característica de eficiencia de desempeño se relaciona con el rendimiento de un dispositivo en términos de su comportamiento a lo largo del tiempo, su uso de recursos y su capacidad o límites máximos de funcionamiento (Fierro, 2019). En la Tabla I se muestra las subcaracterísticas de la eficiencia de desempeño con sus respectivas métricas.

TABLA I

Subcaracterísticas de Eficiencia de Desempeño

Subcaracterística de Eficiencia de Desempeño	Métricas
Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta
	Tiempo de espera
	Rendimiento
Utilización de recursos	Utilización de CPU
	Utilización de memoria
	Utilización de dispositivos de Entrada y Salida (E/S)
Capacidad	Número de peticiones en línea
	Número de accesos simultáneos
	Sistemas de transmisión de ancho de banda

Metodología

El enfoque empleado en el proceso del presente trabajo se caracterizó por su naturaleza aplicativa, que se manifestó a través del desarrollo de una aplicación web diseñada para optimizar la gestión del ganado en la finca Santa Isabel.

A. Operacionalización de la eficiencia de desempeño

En la Tabla II se puede observar la operacionalización conceptual de la eficiencia de desempeño, construida en función al problema.

TABLA II

Operacionalización conceptual de la eficiencia de desempeño

¿Cuál es el nivel de eficiencia de una aplicación web aplicada al proceso de control ganadero en la finca Santa Isabel?	Variable	Tipo	Concepto
	Eficiencia de desempeño	Cuantitativa	Hace referencia al desempeño, referente a la cantidad de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas.

B. Operacionalización metodológica de la eficiencia de desempeño

En la operacionalización metodológica de la eficiencia, se establecieron ciertos aspectos que fueron presentados en la Tabla III.

TABLA III

Operacionalización Metodológica de la eficiencia de desempeño

¿Cuál es el nivel de eficiencia de una aplicación web aplicada al proceso de control ganadero en la finca Santa Isabel?	Variable	Indicador	Técnica	Fuente
	Eficiencia de desempeño	Comportamiento en el tiempo	Observación	Aplicativo web desarrollado. Administrador de tareas.
		Utilización de recursos	Observación	

C. Indicadores para medir la eficiencia de desempeño

Se expone los indicadores empleados con el propósito de evaluar la eficiencia de desempeño del aplicativo web. Esta evaluación se logró mediante la implementación de fichas de evaluación que permitieron analizar minuciosamente cada subaspecto relacionado con la eficiencia, tal como se aprecia en la Tabla IV (Durán et al., 2015).

TABLA IV

Indicadores para medir la eficiencia de desempeño

Variable	Indicador	Descripción
Eficiencia de desempeño	Comportamiento en el tiempo	Es la habilidad del software para ser modificado de manera efectiva de acuerdo con las necesidades del usuario.
	Utilización de recursos	

- Ponderación de la eficiencia de desempeño

Con el fin de analizar las diversas subcaracterísticas vinculadas a la eficiencia de desempeño, se procedió a asignar valores ponderados a cada una de las métricas que habían sido previamente identificadas. La Tabla V proporciona una descripción detallada de los porcentajes ponderados asociados a dichas métricas.

TABLA V

Ponderación de las subcaracterísticas de la eficiencia de desempeño

Subcaracterística	Métrica	Porcentaje	Total
Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	50%	100%
	Utilización de CPU	25%	
Utilización de recurso	Utilización de memoria	25%	

- Fichas técnicas para la eficiencia de desempeño

La ficha técnica permitió la evaluación de las subcaracterísticas relacionadas con la eficiencia de desempeño. El objetivo principal era garantizar que el usuario se sintiera satisfecho con los resultados obtenidos a través de la aplicación web diseñada para la gestión del control ganadero.

1) *Comportamiento en el tiempo*

En la evaluación del comportamiento en el tiempo, se utilizó la métrica de tiempo de respuesta. La Tabla VI detalla la ficha correspondiente al tiempo de respuesta.

TABLA VI

Métrica de tiempo de respuesta

Característica	Eficiencia de desempeño
Subcaracterística	Comportamiento en el tiempo
Métrica	Tiempo de respuesta
Propósito	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea?
Medida	Tiempo
Valor deseado	El más cercano a 0 es el mejor

2) *Utilización de recursos*

La utilización de recursos se refiere a la capacidad de un software para gestionar de manera eficiente tanto la cantidad como el tipo de recursos disponibles. Las métricas que se utilizan incluyen el uso de la unidad central de procesamiento (CPU) y el uso de la memoria.

- a) *Utilización de CPU*: El monitoreo del uso de la CPU permite entender cuánta capacidad de procesamiento se utiliza al realizar una tarea particular en el sistema. La Tabla VII presenta detalles concernientes a la métrica de utilización de CPU.

TABLA VII

Métrica de Utilización de CPU

Característica	Eficiencia de desempeño
Subcaracterística	Utilización de recursos
Métrica	Utilización de CPU
Propósito	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?
Medida	Tiempo
Valor deseado	El más cercano a 0 es el mejor

b) *Utilización de memoria:* Observar el uso de la memoria permite reconocer la cantidad de memoria RAM utilizada al realizar una tarea específica en el sistema. La Tabla VIII proporciona una descripción detallada en relación con la métrica de utilización de memoria.

TABLA VIII

Métrica de Utilización de memoria

Característica	Eficiencia de desempeño
Subcaracterística	Utilización de recursos
Métrica	Utilización de la memoria
Propósito	¿Cuánto tiempo de CPU es usado para realizar una tarea dada?
Medida	Tamaño
Valor deseado	El más cercano a 0 es el mejor

3) Indicadores de evaluación de las métricas

Con el fin de determinar si cada métrica satisface los estándares de eficiencia definidos por la normativa ISO/IEC 25010, se empleó una tabla de calificación.

a) *Utilización de memoria:* La evaluación se llevó a cabo de modo que, a medida que se requiere una menor cantidad de memoria, se otorga una calificación más alta. En la Tabla IX se presentan los indicadores empleados para medir la utilización de memoria.

TABLA IX

Indicador de evaluación de utilización de memoria

Calificación %	Utilización de memoria	Valor cualitativo
100%	[0-150] MB	Excelente
90%	[151-250] MB	Muy Bueno
75%	[251-350] MB	Bueno
50%	[351-450] MB	Aceptable
20%	[451-550] MB	Regular
0%	[551-∞] MB	Malo

b) *Utilización de CPU:* La evaluación se llevó a cabo de tal forma que a medida que se empleaba un menor porcentaje de la unidad central de procesamiento (CPU), la puntuación obtenida aumentaba. En la Tabla X se presentan los indicadores de evaluación de CPU.

TABLA X

Indicador de evaluación de utilización de CPU

Calificación %	Utilización de CPU	Valor cualitativo
100%	[0-0,5]	Excelente
90%	[0,6-1,5]	Muy Bueno
75%	[1,6-2,5]	Bueno
50%	[2,6-3,5]	Aceptable
20%	[3,6-4,5]	Regular
0%	[4,6-∞]	Malo

D. Población y muestra de la eficiencia de desempeño

Con el fin de evaluar el rendimiento eficiente del aplicativo web CowApp, se tomó en cuenta la totalidad de los procedimientos manuales que el administrador llevaba a cabo en la gestión de la ganadería. Estos procedimientos se utilizaron como una muestra y se describen a continuación:

- Registrar el ganado
- Registrar la producción de leche

- Supervisar los estados del ganado
- Reporte histórico del ganado
- Reporte de la producción lechera

Dado que había varios procedimientos con conjuntos infinitos de elementos, se optó por aplicar el método de muestreo estratificado con poblaciones infinitas. Esto implicó la determinación del tamaño de la muestra utilizando la Ecuación 1, pertinente para poblaciones infinitas (Huairé-Inacio et al., 2022), considerando un nivel de confianza del 95% ($z = 1.96$), una probabilidad de éxito y fracaso del 50% ($p = 0.5$; $q = 0.5$), y un margen de error del 5% ($e = 0.05$), da un valor de $n \approx 384$.

$$n = \frac{z^2 p q}{e^2}$$

(1)

El tamaño de la muestra para cada uno de los procesos se estableció utilizando un enfoque de muestreo estratificado, y este procedimiento se muestra en la Tabla XI. En el campo de frecuencia, se registró la aproximación del número de veces que se realiza cada proceso en un día.

TABLA XI

Muestra Estratificado

Proceso	Frecuencia	Porcentaje	Total
Registrar el ganado	1	2.2%	8
Registrar la producción de leche	2	4.4%	17
Supervisar los estados del ganado	2	4.4%	17
Reporte histórico del ganado	20	44.4%	171
Reporte de la producción lechera	20	44.4%	171
Total	45	100%	384

E. Planteamiento de hipótesis

El objetivo de la hipótesis formulada fue evaluar la eficacia del aplicativo web en relación con los procedimientos mencionados en la población bajo estudio. En consecuencia, se procedió a calcular el tiempo medio requerido para llevar a cabo estos procedimientos. A partir de esta premisa, se generaron las siguientes suposiciones:

H₀: El tiempo de respuesta del sistema es mayor o igual al tiempo promedio del proceso manual del negocio.

H_a: El tiempo de respuesta del sistema es menor al tiempo promedio del proceso manual del negocio.

Resultados

Para obtener los resultados de la eficiencia de desempeño del aplicativo web, se eligió adherirse al estándar ISO/IEC 25010 y se emplearon las subcaracterísticas que examinan la respuesta temporal, con una atención particular en la métrica de tiempo de respuesta. Además, se consideraron las métricas relacionadas con el consumo de recursos, incluyendo la evaluación del uso de la CPU y la memoria.

A. Medición de la eficiencia de desempeño

Las subcaracterísticas que se analizaron en la evaluación de la eficiencia de desempeño son el comportamiento en el tiempo y la utilización de recursos. Para la subcaracterística de comportamiento en el tiempo se toma un criterio de evaluación cuyo propósito es medir el tiempo que demoran en realizar los procesos antes mencionados en la finca con un análisis descriptivo e inferencial, se lo llevo a cabo comparando el tiempo empleado en los procesos de manera manual y automatizada. En cambio, para la subcaracterística de utilización de recursos se toma un criterio de evaluación con el propósito de medir el uso de CPU y el uso de memoria RAM con un análisis descriptivo, se realizó una comparación entre dos navegadores con el motivo de elegir aquel que represente menor consumo de CPU y RAM.

En la evaluación previa de la eficiencia de desempeño, se utilizó el enfoque de muestreo estratificado. Este método involucra la segmentación de la población en diversos procesos, asignando a cada uno un número específico de muestras en función de su frecuencia. Los procedimientos mencionados, tales como "Registro de ganado", "Registro de producción lechera",

"Supervisión de estados de ganado", "Informe histórico de ganado" e "Informe de producción lechera", junto con las frecuencias correspondientes a cada uno, se presentan en la Tabla XII.

Con el fin de establecer la cantidad necesaria de muestras para cada proceso, se determinó el porcentaje relativo a la frecuencia de cada uno. Este porcentaje sirvió como punto de partida para realizar las mediciones relacionadas con las subcaracterísticas vinculadas a la eficacia del rendimiento. Es relevante destacar que se fijó un umbral mínimo de 384 muestras.

TABLA XII

Distribución de muestras por procesos del control ganadero

Proceso	Frecuencia	Porcentaje	Total
Registrar el ganado	1	2.2%	8
Registrar la producción de leche	2	4.4%	17
Supervisar los estados del ganado	2	4.4%	17
Reporte histórico del ganado	20	44.4%	171
Reporte de la producción lechera	20	44.4%	171
Total	45	100%	384

- Comparación de los tiempos, proceso manual y aplicativo web

Con el propósito de exponer los resultados de las actividades llevadas a cabo en la finca, tanto en el proceso manual como en el proceso automatizado, se presenta una comparación en la Tabla XIII, donde ambas medidas se encuentran en minutos.

Para cuantificar el comportamiento en el tiempo, proceso manual, se examinó el parámetro de tiempo de respuesta de cada función del sistema, se llevó a cabo a través de la técnica de observación, empleando un cronómetro. La finalidad era obtener una comparación de los intervalos temporales entre las operaciones manuales y las automáticas, con el propósito de identificar si había una disminución del tiempo en los procedimientos realizados en la finca. En el contexto de este estudio, se tomaron en cuenta los procedimientos que normalmente el trabajador lleva a cabo de manera manual en la finca.

Se pudo observar que el tiempo que los trabajadores de la finca dedicaron a cada proceso no mostró gran diferencia. No obstante, se identificó que las tareas que demandaron más tiempo se relacionan

con la generación de informes relativos al ganado y la producción de leche. Esto se debió a la presencia de varios tipos de informes derivados de los informes principales, incluyendo aquellos enfocados en aspectos como el género y la raza del ganado, y, específicamente en el caso de las vacas, su estado de preñez y la cantidad de leche producida.

TABLA XIII
Comparativa de resultados entre el proceso manual y automatizado

Proceso	Proceso manual en minutos (min)	Proceso automatizado en minutos (min)
Registrar el ganado	3,84	1,31
Registrar la producción de leche	3,52	2,31
Supervisar los estados del ganado	5,81	1,70
Reporte histórico del ganado	8,85	1,90
Reporte de la producción lechera	7,91	2,29
Total	29,93	9,51

Basándose en los resultados presentados, se constató que el proceso manual requería un total de 29,93 minutos. Por otro lado, el proceso automatizado empleó un total de 9,51 minutos, lo que reflejó una disminución de 20,47 minutos en comparación. Esta reducción en el tiempo resulta claramente visible en la Figura 2, donde se representan los intervalos temporales de cada proceso.

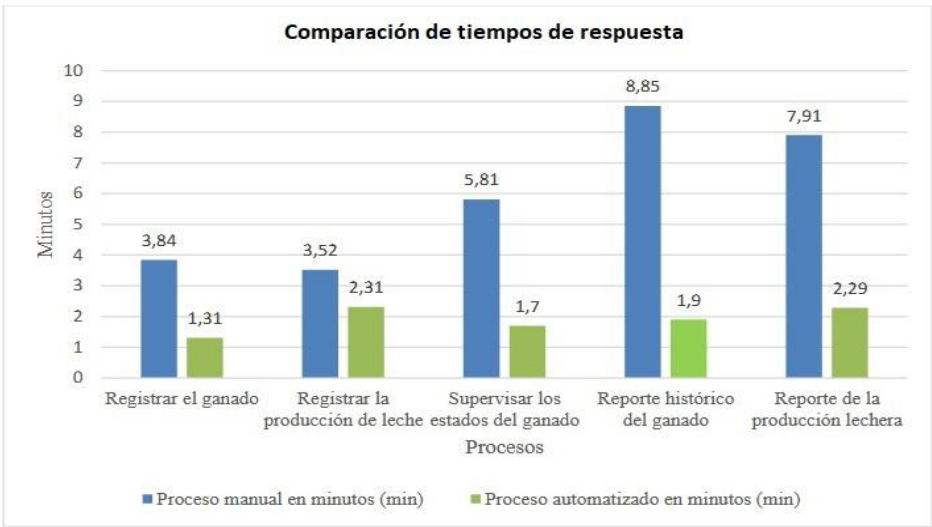


Figura 2. Comparativa de tiempos por funcionalidades

Tras analizar las variaciones temporales, se presenta gráficamente el porcentaje de los tiempos en la Figura 3. En este contexto, se estableció una referencia de evaluación del 100% para el proceso manual. Utilizando esta referencia, se calculó el porcentaje correspondiente al proceso automatizado, resultando en un valor del 31,77%.

Basándose en los resultados obtenidos, se confirmó que la implementación del aplicativo web logró una reducción del 68,23% en el proceso automatizado en comparación con el tiempo previamente necesario para llevar a cabo el proceso manual en la finca.

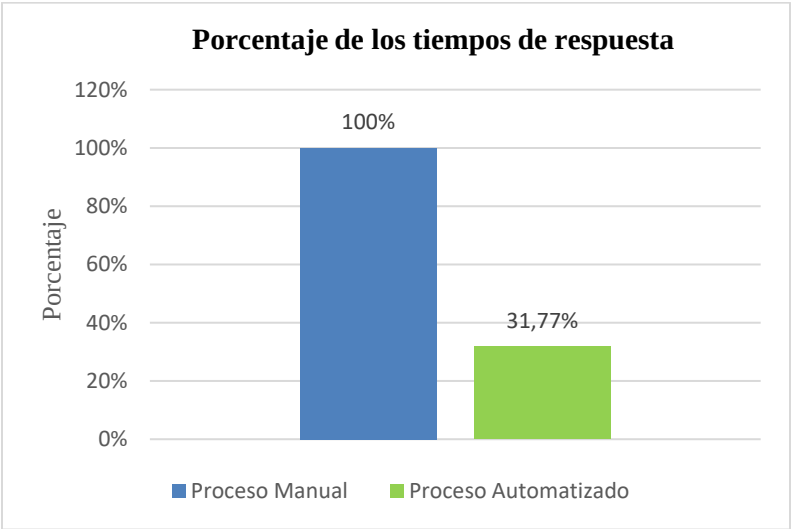


Figura 3. Porcentaje de los tiempos de respuesta

Se procede a realizar la prueba de hipótesis, para lo cual se determina si los datos siguen una distribución normal como se observa en la Tabla XIV.

TABLA XIV
Prueba de normalidad

	Tipo Medida	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Valor Medida	Proceso Manual (min)	,905	5	,439
	Proceso Automatizado (min)	,920	5	,527

Dado que las muestras son menores a 30, acorde al estadístico de Shapiro-Wilk, las probabilidades 0.439 y 0.527 que son mayores al nivel de significancia, se concluye que los datos siguen una distribución normal, por lo cual se realiza una prueba de hipótesis t-student para muestras relacionadas, la misma que se aprecia en la Tabla XV

TABLA XV

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Par 1	Proceso Manual (min) - Proceso Automatizado (min)	4,08400	2,30482	1,03075	1,22219	6,94581

		T	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Proceso Manual (min) - Proceso Automatizado (min)	3,962	4	,017

De la tabla XV de la prueba t de muestras relacionadas, la probabilidad 0.017 que es menor al nivel de significancia, concluyendo que se rechaza la hipótesis nula, es decir el tiempo de respuesta del sistema es menor al tiempo promedio del proceso manual del negocio.

- Utilización de recursos

En la evaluación de esta característica secundaria, se consideraron dos medidas diferentes: la cantidad de memoria RAM utilizada y el uso del procesador. Se evaluó cómo cada una de estas medidas se relacionaba con los diferentes procesos involucrados. Era altamente beneficioso que las diversas capacidades no necesitaran muchos recursos. Las unidades de medida utilizadas incluían megabytes (MB) para la memoria RAM y porcentajes (%) para el procesador.

B. Análisis de resultados

- Utilización de memoria

Las mediciones se llevaron a cabo desde el equipo en el que se ejecutaba el aplicativo web. Se seleccionó el navegador Google Chrome y Firefox que fueron utilizados de manera exclusiva para acceder a la aplicación web. A continuación, se exponen los resultados obtenidos al analizar las métricas de uso de memoria y utilización de la CPU en cada uno de los procesos. Como se puede apreciar en la Tabla XVI, se llevó a cabo una comparativa entre los navegadores en términos de uso de la memoria RAM. La tabla presenta un promedio de los procesos para cada navegador.

TABLA XVI

Resultados de las mediciones de memoria RAM entre los navegadores

Procesos	Google Chrome	Mozilla Firefox
Registrar el ganado	104,5 MB	112,6 MB
Registrar la producción de leche	83,5 MB	135,2 MB
Supervisar los estados del ganado	141,5 MB	255,9 MB
Reporte histórico del ganado	105,7 MB	118,2 MB
Reporte de la producción lechera	103,3 MB	112,8 MB
Promedio	107,7 MB	146,94 MB

Se consideró el valor asociado a Google Chrome como parte del análisis de la métrica de consumo de memoria RAM. En este escenario, se obtuvo un promedio de 107.7 megabytes (MB). Según el criterio de evaluación de uso de memoria descrito en la Tabla IX, este valor cayó en el rango [0-150] MB, lo que resultó en una calificación sobresaliente con un puntaje del 100%.

- Utilización de CPU

Tal como se visualiza en la Tabla XVII se realizó una comparación entre los navegadores en relación con la utilización de la CPU, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en mediciones anteriores. En esta tabla se presentaba un promedio de los procesos para cada navegador.

TABLA XVII

Resultados de las mediciones de CPU en los navegadores

Procesos	Google Chrome	Mozilla Firefox
Registrar el ganado	0,4%	1,3%
Registrar la producción de leche	0,1%	0,4%
Supervisar los estados del ganado	1,6%	2,9%
Reporte histórico del ganado	0,7%	0,7%
Reporte de la producción lechera	0,2%	0,5%
Promedio	0,6%	1,16%

Se empleó la información de Google Chrome como parte del análisis de la métrica de utilización de la CPU. Se calculó un promedio de 0.6%. Siguiendo el indicador de evaluación de consumo de CPU detallado en la Tabla X, este valor se ubicó en el intervalo [0.6-1.5]. En consecuencia, se logró una calificación de "Muy Bueno" con un puntaje del 90%.

C. Resultados de la eficiencia de desempeño

Finalmente, se consideraron los resultados de la característica de eficiencia de desempeño al asignar pesos a las subcaracterísticas, abarcando tanto el aspecto temporal como el uso de recursos. Además, se llevó a cabo un examen minucioso de la utilización de recursos por parte del cliente. En la Tabla XIII, se ofrece un resumen integral junto con la desglosada asignación de valores a las subcaracterísticas.

TABLA XIII

Resultados de la eficiencia de desempeño

Comportamiento temporal 50%	Utilización de recursos 50 %		Eficiencia de desempeño
Tiempo de respuesta	Utilización de memoria	Utilización de procesador	Total
42,64%	25%	22,5%	90,14%

Los resultados revelan que el sistema ha demostrado una eficiencia del 90,14%. Aunque el porcentaje total no fue alcanzado debido a un puntaje deficiente en la utilización de la CPU por parte del cliente, estos resultados aún indican un rendimiento que se califica como "Muy Bueno".



Figura 5. Resultado de la eficiencia de desempeño

En la Figura 5, se puede observar la evaluación global de la eficiencia de desempeño del aplicativo, una vez que se llevaron a cabo las mediciones pertinentes de las dos subcaracterísticas definidas en la norma ISO/IEC 25010:2011.

Conclusiones

- La eficiencia de desempeño del aplicativo web es de 90,14%, con base en la medición del comportamiento en el tiempo y utilización de recursos. Mediante la automatización del aplicativo se logró disminuir 20,47 minutos en cuanto a los procesos y se determinó que el navegador Google Chrome usa los recursos de una manera más eficiente.

- Mediante la aplicación del análisis de la prueba t de Student con un margen de error del 5% y un grado de libertad de 4, y una probabilidad de 0.017. A partir de estos resultados, se puede inferir que el tiempo de respuesta del sistema es inferior al tiempo promedio del proceso manual.

Para asegurar una evaluación completa de la calidad del software, se deben considerar diversas características según la Norma ISO/IEC 25010 2011. Estas características incluyen la Usabilidad, Adecuación Funcional, Compatibilidad, Fiabilidad, Seguridad, Mantenibilidad y Portabilidad. Cada una de estas áreas representa aspectos esenciales para garantizar que el software cumpla con los requisitos y expectativas de los usuarios, además de asegurar su correcto funcionamiento y adaptabilidad a diferentes entornos. Al evaluar cada una de estas características, se obtiene una visión integral de la calidad del software, permitiendo identificar y abordar posibles problemas o mejoras en cada aspecto para lograr un producto final de alto rendimiento y satisfacción del usuario.

Referencias

1. AGSO. (2016). Financiamiento para la adquisición de ganado vacuno y otros activos destinados al mejoramiento de la producción lechera en la hacienda.
2. Arroyave, P. M. R. M. (2023). La incidencia de los registros en la producción de ganado bovino y su importancia para conocer su rentabilidad a lo largo de un ciclo productivo The incidence of records in the production of cattle and their importance to know their profitability throughout. *Revista científica Ciencia y Tecnología Vol*, 19(23), 41-44.
3. Banco Central del Ecuador. (2023), “Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario,” 2021, Accessed: Apr. 09, 2023. [Online]. Available: www.bce.ec
4. Boscán, S., & Sierra, J. (2018). Costos de producción y rentabilidad en fincas productoras de leche a puerta de corral del Municipio Rosario de Perijá/Production costs and profitability of farm milk producers to corral gate at Rosario de Perija. *Revista Estudiantil URU*, (7), 31-43.
5. Carvajal Sánchez, S. A. (2014). Identificación de parámetros que influyen en la puesta en marcha de un canal de comercialización de carne entre un mayorista y un minorista (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
6. Díaz Vásquez, R. A., & León Yacelga, A. R. (2022). La gestión de producción del hato lechero de la finca “Playa Alta” del cantón Tulcán a través de una aplicación Web. *Universidad Y Sociedad*, 14(S2), 344–250. Recuperado a partir de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2791>.
7. Durán Sanjuán, Á. J., Peinado Rodríguez, J. L., & Rosado Gómez, A. A. (2015). Comparación de dos tecnologías de desarrollo de aplicaciones móviles desde la perspectiva de los atributos de calidad. *Scientia Et Technica*, 20(1), 81-87.
8. FAO. 2018. World Livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals. Rome. 222 pp. <https://doi.org/10.4060/ca1201en>. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
9. Fierro, F. A. S., Manosalvas, C. A. P., Rodríguez, N. N. C., & Landeta, P. (2019). Análisis de la eficiencia de desempeño en aplicaciones de Realidad Aumentada utilizando la normativa ISO/IEC/25010. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E22), 256-267.

10. Gorandi, E. R., Moltoni, A. F., & Clemares, N. (2016). Desarrollo y evaluación de un sistema de monitoreo animal georreferenciado para ganadería de precisión. In III Congreso Argentino de Ingeniería.
11. Huairé-Inacio, E. J., Marquina-Lujan, R. J., Horna-Calderon, V. E., Llanos-Miranda, K. N., Herrera-Álvarez, Á. M., Rodríguez-Sosa, J., & Villamar-Romero, R. M. (2022). Tesis fácil. El arte de dominar el método científico. Analéctica: Lima-Perú, p 82.
12. ISO/IEC 25010:2011, “ISO/IEC 25010:2011 - Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models”. Accessed: Apr. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/35733.html>
13. Molina Ríos, J. R., Honores Tapia, J. A., Pedreira Souto, N., & Pardo, H. (2021). Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles.
14. Moreno, J. J., Bolaños, L. P., & Navia, M. A. (2010). Exploración de modelos y estándares de calidad para el producto software. Revista UIS Ingenierías, 9(1), 39-53.
15. Murillo Llor, G. E., & Zambrano Rosado, M. X. (2013). Software de control ganadero en el hato bovino de la escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (Bachelor's thesis, Calceta: Espam).
16. Oleas Carrillo, E. R. O. C., Velasco Matveev, L. A. V. M., Benavides Lara, J. C., & Burgos Mejía, M. A. (2020). Alternative for economic growth in the Chambo canton through the feasibility project of the milk cooling plant. Visionario Digital, 4(1), 116-130. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i1.1067>
17. Pronaca. (2023), “Importancia de manejo de registros ganaderos.” Accessed: Apr. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/101-importancia-de-manejo-de-registros-ganaderos>.
18. Rivera Martínez, H. Y. A., & Fernández Báez, H. A. (2020). Implementación de la aplicación Web SuiteFarm para registro ganadero de la finca Las Delicias, Comarca Coyanchigüe, municipio de Camoapa, departamento de Boaco, enero–octubre 2020 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
19. Sánchez-Velasquez, M. C., Rodríguez-Rodríguez, J. A., Coronel-Rojas, L. A., & Rico-Bautista, D. (2022). Control Ganadero: Aplicación móvil para gestionar la información de

producción de leche de vaca aplicado a la granja UFPSO. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação,(E49), 347-359.

20. Segura Burgos, K. V. (2021). sistema web para el control nutricional, alimenticio y relacion de socios estratégicos en ganaderías (doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador).

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).