



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA: AGROINDUSTRIA

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,
MODALIDAD PRESENCIAL**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGISTRO DIGITAL PARA LA
TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS PECUARIOS”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial

Línea de investigación: Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sustentable.

Autor: Ospina Rivadeneira Mateo Nicolás

Director: Ing. Juan Carlos De la Vega Quintero. MSc.

Ibarra, 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1756149942	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ospina Rivadeneira Mateo Nicolás	
DIRECCIÓN:	10 de Agosto y Ezequiel Rivadeneira (San Antonio de Ibarra)	
EMAIL:	mnoispinar@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL: 0995560754

DATOS DE LA OBRA		
TÍTULO:	Diseño de un sistema de registro digital para la trazabilidad de productos pecuarios	
AUTOR:	Ospina Rivadeneira Mateo Nicolás	
FECHA:	09 /04 /2024	
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial	
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc.	

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 9 días del mes de Abril de 2024

EL AUTOR:

.....
Mateo Nicolás Ospina Rivadeneira

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 8 de Abril de 2024

Ing. Juan Carlos de la Vega. MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Ing. Juan Carlos De la Vega. MSc.

C.C.: 1002958856

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “Diseño de un sistema de registro digital para la trazabilidad de productos pecuarios” elaborado por Mateo Nicolás Ospina Rivadeneira, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.


.....
Ing. Juan Carlos De la Vega. MSc.
C.C.: 1002958856


.....
Ing. Holguer Pineda. MBa
C.C.: 1001672730

DEDICATORIA

Mi esfuerzo y dedicación como estudiante de la Universidad Técnica del Norte siempre lo entregué a Dios. Desde el comienzo confié en él y dejé todo en sus manos, cada momento de satisfacción y cada resbalón.

También quiero dedicar este trabajo a Esteban quien yo considero una persona llena de valores y un hermano excepcional, siempre me ha apoyado a lo largo de mi vida y me enseñó que puedo conseguir todo lo que me proponga, que jamás me rinda a pesar de tantas necesidades que hemos pasado juntos.

A mi novia María Paula, una mujer increíble con gran cantidad de cualidades, fuiste tú la persona que despertó en mí valores de responsabilidad y me enseñó que debo esforzarme siempre por conseguir mis objetivos, gracias por ser mi compañera de vida por tanto amor que me das, fue algo asombroso cumplir esta etapa universitaria contigo.

A mi abuelita Liva por dejarme cumplir mi sueño y después de haber pasado estos años juntos abuelita puedo decir que me deja momentos únicos y de reflexión, solo me queda decirle que gracias por el cariño y apoyo incondicional.

Mi madre que fue mi soporte desde el inicio hasta el final, gracias por esta oportunidad que me brindaste, se por todo lo que has pasado y aun así por tu esfuerzo nos lograste sacar adelante siempre a ambos. Quiero decirte que vendrán tiempos mejores y siempre voy a superarme.

Mateo Nicolás Ospina Rivadeneira

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento primero a la Universidad Técnica del Norte que más que una institución educativa, me deja momentos inolvidables y personas increíbles en el camino. Siempre la recordaré por haberme formado como profesional y a mi querida carrera de Agroindustria por haber sido mi hogar estos años universitarios.

De igual manera quiero agradecer a mi tutor de este proyecto el Ing. Juan Carlos De la Vega quien me dio la oportunidad de trabajar con él y siempre confió en mí, luchando para poder sacar este tema adelante. Al Ing. Holguer Pineda que en su momento me hizo saber el potencial que tenía esta idea y me apoyó con sus conocimientos para seguir trabajando en ello. Por último, al Ing. Gabriel Chimbo que con sus consejos he podido organizar y culminar este trabajo.

A mis colegas de carrera que formaron la empresa “Roque Smoke House”, me dieron la oportunidad de trabajar con ellos brindándome la información de su empresa que ha sido de ayuda para el desarrollo de esta investigación, sin ese apoyo nada de esto hubiera sido posible.

RESUMEN EJECUTIVO

La normativa ecuatoriana no exige un sistema de trazabilidad de productos que sea disponible al consumidor. En este sentido, los sistemas de registro digital aparecen como una alternativa que permita al cliente conocer el historial del animal en un producto a través de una interfaz web. En esta investigación se diseñó este sistema de registro para la trazabilidad de productos pecuarios de una empresa agroindustrial. Esta herramienta puede ser extrapolada para ser utilizada en un número indefinido de empresas. Para la consecución de los objetivos se generó un código en “MySQL” para la base de datos de los productos de la empresa agroindustrial y en este código se establecieron variables para relacionar la información de los productos con la empresa, para después conectar esta información a través de “Python” con el servidor web alojado en el dominio de trazabilidadtotal.com. La interfaz web se diseñó con los lenguajes de programación de código abierto “HTML” y “CSS” estableciendo una estructura lógica de los datos en forma de tabla con un estilo determinado. La información de cada lote de producción da como resultado mediante la codificación en “Python” un código QR individual. El código QR de cada lote es implementado en forma de etiqueta en los productos que fueron trazados. Posteriormente, la aceptabilidad del sistema de trazabilidad fue analizada en la ciudad de Ibarra a la población económicamente activa por medio de encuestas digitales. Los resultados de la encuesta revelaron una considerable aprobación entre los consumidores.

Palabras clave: Python, HTML, CSS, MySQL, Base de datos, identificación

ABSTRACT

Ecuadorian regulations do not require a product traceability system that is available to the consumer. In this sense, digital registration systems appear as an alternative that allows the client to know the history of the animal in a product through a web interface. In this research, this registration system was designed for the traceability of livestock products of an agroindustrial company. This tool can be extrapolated to be used in an indefinite number of companies. In order to achieve the objectives, a code was generated in "MySQL" for the database of the agroindustrial company's products and in this code variables were established to relate the information of the products with the company, to later connect this information through "Python" with the web server hosted in the domain of trazabilidadtotal.com. The web interface was designed with the open source programming languages "HTML" and "CSS" establishing a logical structure of the data in the form of a table with a certain style. The information of each production batch results in an individual QR code by coding in "Python". The QR code of each batch is implemented in the form of a label on the products that were traced. Subsequently, the acceptability of the traceability system was analyzed in the city of Ibarra to the economically active population by means of digital surveys. The results of the survey revealed

Keywords: Python, HTML, CSS, MySQL, Database, identification

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	14
Problema de Investigación.....	14
Justificación	15
Objetivos.....	15
Objetivo General	15
Objetivo Específico	15
CAPÍTULO I	17
Marco Teórico	17
1.1. Calidad	17
1.2. Principios de la Calidad	17
1.3. Sistemas de Gestión de la Calidad	17
1.4. Seguridad Alimentaria	18
1.5. Trazabilidad.....	18
1.6. Cadena de suministro.....	18
1.7. Trazado de productos.....	19
1.8. Relación de la trazabilidad con la cadena de suministro	19
1.9. Bases de datos	19
1.10. Sistemas de gestión de bases de datos	19
1.11. “MySQL”	20
1.12. Desarrollo web.....	20
1.13. Servidor web: Hosting y Dominio	20

	10
1.14. “Python”	21
1.15. Frameworks	21
1.16. “HTML”	21
1.17. “CSS”	21
1.18. Blockchain.....	21
1.19. Tecnología “Internet de las Cosas”	22
1.20. Relación de “Internet de las Cosas” con la cadena de suministro	22
CAPÍTULO II.....	24
Materiales y Métodos	24
2.1. Generación del código de programación	24
2.2. Vínculo de la información en la base de datos	24
2.3. Diseño de la interfaz web.....	25
2.4. Validación de la interfaz web	25
2.5. Análisis de Aceptabilidad.....	26
CAPÍTULO III.....	27
Resultados y Discusiones	27
3.1. Generación del código de programación	27
3.2. Diseño de la interfaz web.....	28
3.3. Validación del sistema de registro digital	29
3.4. Análisis de aceptabilidad del sistema de registro digital	31
CAPÍTULO IV	41

Conclusiones y Recomendaciones	41
Conclusiones	41
Recomendaciones.....	42
Referencias Bibliográficas.....	43
Anexos.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Adopción de tecnología blockchain para la trazabilidad de una granja pecuaria</i>	22
Figura 2. <i>Base de datos de la empresa y producto</i>	28
Figura 3. <i>Proceso de validación para cada lote de productos de la empresa "Roque Smoke House"</i>	29
Figura 4. <i>A. Código QR generado para la costilla ahumada del lote 17 B. Código QR generado para la chuleta ahumada del lote 17 C. Código QR generado para pollo ahumado del lote 4.</i>	30
Figura 5. <i>Resultados de la pregunta uno de la encuesta de aceptabilidad</i>	31
Figura 6. <i>Resultados de la pregunta dos de la encuesta de aceptabilidad</i>	32
Figura 7. <i>Resultados de la pregunta tres de la encuesta de aceptabilidad</i>	33
Figura 8. <i>Resultados de la pregunta cuatro de la encuesta de aceptabilidad</i>	34
Figura 9. <i>Resultados de la pregunta cinco de la encuesta de aceptabilidad</i>	35
Figura 10. <i>Resultados de la pregunta seis de la encuesta de aceptabilidad</i>	36
Figura 11. <i>Resultados de la pregunta siete de la encuesta de aceptabilidad</i>	37
Figura 12. <i>Resultados de la pregunta ocho de la encuesta de aceptabilidad</i>	38
Figura 13. <i>Resultados de la pregunta nueve de la encuesta de aceptabilidad</i>	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Encuesta de aceptabilidad del sistema de registro digital</i>	50
Anexo 2. <i>Estructura de la tabla de empresas en "MySQL"</i>	52
Anexo 3. <i>Estructura de la tabla de productos en "MySQL"</i>	52
Anexo 4. <i>Conexión de la base de datos con el servidor local</i>	53
Anexo 5. <i>Código de "HTML", "CSS" de la tabla de datos</i>	53
Anexo 6. <i>Conexión de la base de datos con el servidor web</i>	58
Anexo 7. <i>Chuleta ahumada - Lote 17</i>	59
Anexo 8. <i>Trazabilidad de la chuleta ahumada del lote 17</i>	60
Anexo 9. <i>Costilla ahumada - Lote 17</i>	62
Anexo 10. <i>Trazabilidad de la costilla ahumada del lote 17</i>	63
Anexo 11. <i>Pollo ahumado - Lote 4</i>	65
Anexo 12. <i>Trazabilidad del pollo ahumado del lote 4</i>	66

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. <i>Ecuación para calcular el tamaño de muestra</i>	26
---	----

INTRODUCCIÓN

Problema de Investigación

En un mercado globalizado la trazabilidad ha sido identificada como una herramienta esencial para la seguridad alimentaria y el fortalecimiento en la calidad en la cadena de producción (Briz y De Felipe, 2015). El sistema de registro digital permite conocer el historial del animal, pone a disposición información de origen, logra identificar patrones por lotes y asegura el cumplimiento de normas nacionales e internacionales (Rao et al., 2022).

El interés por los hábitos alimentarios de los consumidores hace que el acceso a la información relacionada con el producto sea fundamental, al igual que la recopilación de datos, admitiendo tener una conexión con el cliente (Maya et al., 2021). Permite que los consumidores tomen decisiones informadas al momento de comprar un producto, esta herramienta será útil para generar confianza y garantiza productos de calidad (ISO 22005:2015).

El sistema de registro digital ofrece dicho servicio a empresas que manejan la producción de carne de origen aviar, vacuno y porcino (López y Benítez, 2015). Se debería realizar un seguimiento de la materia prima, permitiendo al consumidor tener acceso a la información del producto mediante una interfaz web (Deng et al., 2020). Lo cual no está implementado en el mercado local, debido a que no es un requisito propuesto por una normativa, la falta de regulación crea una situación en la que las empresas no se sienten obligados a adoptar este sistema a pesar de las múltiples ventajas que puede presentar.

Implementar el sistema de trazabilidad no es fácil para las pequeñas empresas de producción y procesamiento de alimentos, debido a que carecen de la capacidad financiera, información suficiente y conocimiento para la implementación del sistema de seguimiento. Por lo que es necesario crear herramientas adecuadas de acuerdo con su propia realidad, existen pocos servicios que permitan generar un enlace de la información del producto pecuario con el consumidor (Ballesteros et al., 2017).

Justificación

El mercado de alimentos globalizado promueve la implementación de sistemas de trazabilidad de productos, la demanda de alimentos seguros y de alta calidad está aumentando (Djelantik y Bush, 2020). Ecuador cuenta con un próspero sector ganadero y cumple un papel fundamental en la economía del país. En consecuencia, la ausencia de sistemas de registro genera pérdidas de oportunidades e incertidumbre sobre la seguridad y la calidad del producto en el consumidor (ESPAC, 2021).

La normativa técnica ecuatoriana no exige proporcionar información histórica de materias primas de origen animal. Los únicos registros de materia prima sin procesar disponibles están principalmente relacionados con regulaciones microbiológicas y parámetros técnicos de procesamiento en el marco de la normativa de INEN (INEN 1338, 2010). Trazar productos garantiza una base sólida en la soberanía alimentaria, aprovechando la disponibilidad de nuevos recursos como la tecnología que permite el uso de programación como herramienta de desarrollo (Corallo et al., 2020).

La presente propuesta de investigación se orienta en el desarrollo de un sistema de registro digital para la trazabilidad de productos pecuarios; promueve el uso de herramientas tecnológicas aplicadas a la cadena de producción, impulsando el principio de calidad en la empresa y sus productos (Thylstrup et al., 2022). Se pretende aplicar el sistema de registro validando el código de programación mediante una base de datos y mostrándolos en una interfaz útil moderna y atractiva al consumidor.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de registro digital para la trazabilidad de productos pecuarios.

Objetivo Específico

- Generar el código de programación para el sistema de registro digital

- Diseñar una interfaz web para el sistema de registro digital
- Validar el código de programación
- Analizar la aceptabilidad del sistema de registro

CAPÍTULO I

Marco Teórico

1.1. Calidad

La calidad es una serie de características que cumplen unos requisitos específicos o implícitos. Se caracteriza por la capacidad de un producto, servicio o proceso para satisfacer las necesidades y expectativas de un usuario, así como los requisitos legales y reglamentarios aplicables (ISO 9000:2015).

Calidad se refiere también a la mejora continua de los procedimientos, productos y servicios. Centrada en la eliminación de defectos y la reducción de la variabilidad logrando resultados que aseguren un producto o servicio eficaz, incluye aspectos más amplios como la satisfacción del cliente, la eficiencia operativa, la eficacia de la comunicación y la gestión adecuada de los recursos (ISO 9001:2015).

1.2. Principios de la Calidad

Estos principios tienen un enfoque integral hacia la administración y organización de una empresa (ISO 9001:2015), se mencionan los siguientes elementos:

- Enfoque en el cliente
- Liderazgo
- Compromiso con el consumidor
- Enfoque en los procesos
- Mejora continua
- Toma de decisiones
- Gestión de relaciones

1.3. Sistemas de Gestión de la Calidad

Es un enfoque riguroso y estructurado de la gestión de la calidad organizacional, el referido sistema constituye un marco integral para instaurar una normativa de calidad en una

empresa, se definen los procesos claves y se verifica el cumplimiento de los procedimientos establecidos desarrollando un sistema documentado para la identificación y el control de los riesgos y oportunidades relacionadas con el liderazgo y la participación activa de los empleados (Gremyr et al., 2021).

1.4.Seguridad Alimentaria

La seguridad alimentaria es la disponibilidad de alimentos inocuos que tiene como objetivo preservar la salud del consumidor, además enfrenta desafíos como la gestión ambiental y un manejo productivo sostenible, ofreciendo una garantía al cliente de los productos que consume, esto implica la intervención y el compromiso de las empresas para generar productos de calidad, disminuyendo así los riesgos que pueden enfrentar el cliente (Garcia et al., 2020).

1.5.Trazabilidad

La trazabilidad se considera la base de los sistemas de control de la inocuidad de los alimentos. La trazabilidad es una característica de que identifica el origen de los alimentos hasta el punto final que es el consumidor, realiza un seguimiento de todas las etapas de la cadena de valor a través de la transparencia de información (Kampan et al., 2022).

Se logra a través de tres niveles, el primer paso es la identificación uniforme de productos, el segundo paso es la transmisión de información sobre dónde y cuándo se transportan y procesan las materias primas y por último el empleo de herramientas físicas o digitales que conectan los datos permitiendo documentar y planificar (Ju et al., 2022).

1.6.Cadena de suministro

La cadena de suministro es un registro de las actividades realizadas de una organización en un producto, se involucra desde proveedores hasta consumidores, cubre aspectos como la administración de inventario y la administración de tiempo y control, la cual permite gestionar y planificar actividades tanto internas como externas (Hurtado et al., 2023).

Está relacionada directamente con la trazabilidad, ambas llevan un registro de

información para mejorar la gestión de los procesos productivos y el manejo de los productos además que conlleva una gestión de información bastante extensa por lo que herramientas tecnológicas de manejo de datos contribuyen a la gestión de la cadena (Linzán-Soledispa et al., 2023).

1.7. Trazado de productos

Se define como la facultad de rastrear el recorrido de un producto o sus elementos empleados en su desarrollo a lo largo de la cadena de suministro, incluyendo el almacenamiento, registro de información relevante y la distribución de este producto, aplicado a cualquier producto procesado, mínimamente procesado y sin procesar (ISO 22005:2007).

1.8. Relación de la trazabilidad con la cadena de suministro

La relación entre la cadena de suministro actual y la trazabilidad son complejas y están desarrolladas por múltiples factores y recursos con el fin de tener transparencia y seguridad en los procesos productivos evitando que sean preocupaciones críticas. El vínculo entre ambas propone soluciones prometedoras para mejorar la eficiencia en la cadena de suministro, empleando registros de información inalterables permitiendo la eliminación de intermediarios. Además de nuevas herramientas tecnológicas proporcionan un seguimiento y localización de productos demostrando el origen y calidad del producto (Alzate y Giraldo, 2023).

1.9. Bases de datos

Es una recopilación organizada de datos interrelacionados que almacena y gestiona a través de un modelado. Las bases de datos están diseñadas para consultar, actualizar y manipular información de forma eficaz, además evitan las repeticiones de valores numéricos que puedan generar errores en la información y mejoran la integridad y seguridad de los datos que fueron proporcionados (García-Molina et al., 2020).

1.10. Sistemas de gestión de bases de datos

Las bases de datos son una parte esencial de las aplicaciones modernas las cuales

necesitan almacenar, procesar y acceder rápidamente a grandes cantidades de información. La gestión de la información tiene un rendimiento en términos de procesamiento junto con la optimización y la seguridad de la información (Györödi et al., 2021).

1.11. “MySQL”

Es un sistema de administración de bases de datos relacionales de código abierto que se usa comúnmente en aplicaciones web. Proporciona un entorno eficiente de almacenamiento y recuperación de datos basado en un modelo relacional, el cual organiza la información como tabla. Utiliza una arquitectura cliente-servidor donde los usuarios se asocian al servidor para enviar sus consultas y recibir resultados. El servidor es el responsable de administrar la base de datos y manejar las consultas de los usuarios además de admitir diversas conexiones simultáneas y se encarga de la seguridad de integridad de los datos (Permata-Putri et al., 2013).

1.12. Desarrollo web

Se define como un conjunto de herramientas y procedimientos para desplegar, ejecutar y mantener un sistema informático. A nivel de software los sistemas de programación proporcionan un entorno integrado dado que estas herramientas facilitan a los desarrolladores la creación y realización de programas donde permite editar códigos compilados, puede incluir algunos aspectos de la gestión de proyectos y la organización de tareas entre miembros de un equipo de desarrollo, básicamente en la optimización de actividades (Belcastro et al., 2022).

1.13. Servidor web: Hosting y Dominio

El dominio web se refiere a la dirección única que identifica un sitio web registrado anticipadamente, por otro lado, el servicio de hosting provee un área donde se puede gestionar información, crear aplicaciones web, diseñar el contenido de la página web, entre otras acciones. Estos recursos son fundamentales para crear el contenido a mostrar en el dominio web, todo lo creado estará presente en la dirección del dominio (Duque et al., 2023).

1.14. “Python”

Es un lenguaje de programación de alto nivel, se caracteriza por tener un enfoque en la facilidad de uso debido a su sintaxis y en la productividad debido a la generación de algoritmos complejos, permite crear proyectos que pueden mantenerse activos por un tiempo indefinido, además de vincularse con varias herramientas debido a su compatibilidad, mejorando la eficacia y acelerando los procesos de programación (Damiani, 2013).

1.15. *Frameworks*

Son paquetes externos que ayudan al funcionamiento de Python y forman parte de su biblioteca, estos frameworks simplifican y agilizan el procesamiento de un código de programación, de esta manera se accede a nuevas funciones específicas para mostrar distintos tipos de contenidos según los requerimientos que necesite el programador (Zhang et al., 2020).

1.16. “HTML”

Es un lenguaje de programación de código abierto que permite establecer la estructura lógica de una página web, define el contenido a través de medidas separando cada sección para una mejor organización llamado sintaxis de etiquetas, este lenguaje es esencial para construcción de la arquitectura básica de un sitio web (Poveda et al., 2012).

1.17. “CSS”

Es un lenguaje de programación de código abierto complementario de HTML, este lenguaje permite agregar contenido gráfico a la página web como imágenes, colores, videos, efectos visuales, entre otros. En general se encarga del diseño de cada sección establecida en la página web (Durango, 2015).

1.18. *Blockchain*

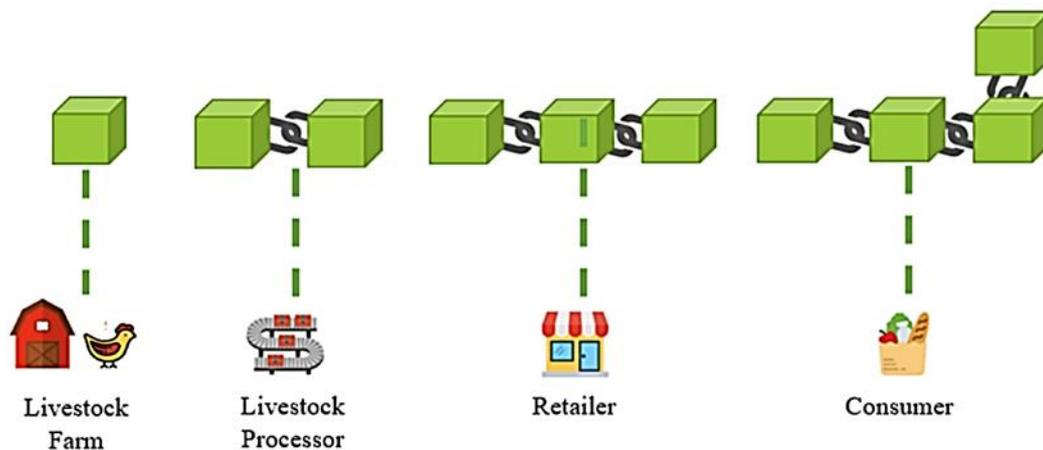
La tecnología blockchain se puede definir como una base de datos compartida que utiliza una estructura donde permite gestionar, relacionar y ofrecer seguridad de la información, de diversas formas sistemáticas, permitiendo que el proceso de transición sea sólido ante

cualquier fallo a través de una interfaz crítica que permite el cifrado de contenido (Sethibe y Malinga, 2021).

Su Funcionamiento se comprende como una base de datos descentralizada que permite verificar y comunicar información en tiempo real (Figura 1) con un objetivo: garantizar la confianza y la transferencia de datos y procesos de gestión de información (Javaid et al., 2021).

Figura 1.

Adopción de tecnología blockchain para la trazabilidad de una granja pecuaria



1.19. Tecnología “Internet de las Cosas”

La tecnología IoT puede garantizar la autenticidad y confiabilidad de los datos de origen de blockchain. El internet de las cosas permite vincular cualquier elemento a internet mediante herramientas digitales o sensores inteligentes algunos ejemplos son RFID (Dispositivo de identificación por radiofrecuencia), GPS (Sistema de posicionamiento global), código QR (Módulo de información), entre otros (Lu et al., 2021).

Existen múltiples herramientas que cumplen funciones específicas, los dispositivos de detección de información generan un enlace con internet el cual conecta a las personas con las cosas y a las cosas con las cosas. Haciendo realidad la información y la gestión inteligente de datos (González et al., 2020).

1.20. Relación de “Internet de las Cosas” con la cadena de suministro

El vínculo entre la tecnología de internet de las cosas con la cadena de suministro refleja

una mejora importante en los procesos logísticos que conllevan la cadena de suministro, como es la implementación de dispositivos electrónicos para identificación única de cada producto. Este control continuo ocasiona una gestión eficiente de inventario incrementando la productividad operativa y fortaleciendo un punto importante para las industrias como es la toma de decisiones a través de datos recopilados (Macías et al., 2015).

CAPÍTULO II

Materiales y Métodos

2.1. Generación del código de programación

Se desarrolló el sistema de registro digital para la trazabilidad de productos pecuarios utilizando lenguajes de programación de código abierto, inicialmente la gestión de bases de datos fue con el programa “MySQL”, en el cual se establece los datos a proporcionar y la información se describe en forma de tabla.

Las tablas de datos constan de columnas y registros, para empresas se hallan variables como nombre, ubicación geográfica, descripción, latitud, longitud y certificaciones, las cuales están ordenadas y clasificadas, fueron añadidas características especiales como es la función de llave primaria (ID) para la identificación única de cada empresa que ingrese en la base de datos. Posteriormente, las variables para la tabla de productos fueron el (ID) identificación única para cada producto, creador del producto, nombre del producto, lote de producción, transporte empleado, raza, peso promedio, edad promedio, alimentación y sacrificio del animal.

Cada variable de la base de datos debe cumplir con la asignación de parámetros de programación del sistema MySQL, para datos que sean texto se debe asignar el parámetro “Varchar” o “Texto”, mientras que los datos numéricos deben ser ingresados como enteros “Integer” o decimales “Float” y la ubicación funciona con las coordenadas geográficas en conjunto forman un punto geométrico.

2.2. Vínculo de la información en la base de datos

La codificación de cada variable permite vincular la información de la empresa con sus productos, a través del (ID) y la variable (Creado_por) estos códigos enlazan la información y ayudan a administrar los datos de una manera más ordenada.

Vincular la información definiendo variables es conocido en programación como cardinalidad, en este programa la relación se ejecuta de la siguiente manera: Una empresa

puede producir una cantidad de productos (n) pero esos productos solo pertenecen a esa empresa en específico.

2.3. Diseño de la interfaz web

El servidor web contratado tiene dos herramientas que funcionan en conjunto “Servicio de Hosting” y “Dominio Web” estos permiten administrar el contenido de la página web donde se visualizan los datos del sistema de registro digital.

Se comenzó por enlazar la información de la base de datos creada anteriormente en el programa “MySQL” con el servidor web. Consecuentemente, Se creó una aplicación o entorno en el servicio de hosting con el programa “Python” donde trabajará permanentemente las funciones asignadas como la gestión de la base de datos, la ubicación geográfica de la empresa y la conversión del registro digital en código QR.

La estructura de la tabla de datos fue desarrollada mediante el lenguaje de programación de código abierto “HTML” definiendo dimensiones que reflejen la información de forma organizada, para el diseño de la tabla se implementó el lenguaje de programación de código abierto “CSS” que estableció el tipo de letra y los colores en la tabla de datos.

2.4. Validación de la interfaz web

El código de programación fue validado al utilizar datos reales proporcionados por la empresa agroindustrial “Roque Smoke House” que trabaja con materias primas pecuarias, la empresa cuenta con el sistema de registro digital proporcionando información valiosa del producto que distribuye y garantizando la calidad de sus productos mediante datos. El consumidor deberá escanear el código QR con la cámara de su dispositivo móvil en el producto que adquirió y se abre de manera automática la trazabilidad del producto en la interfaz web.

El trazado de los productos fue efectuado mediante lotes de producción, y la etiqueta fue asignada según la naturaleza de cada producto.

2.5. Análisis de Aceptabilidad

La aceptabilidad del sistema de registro digital fue analizada en la provincia de Imbabura especialmente en la ciudad de Ibarra con una población de 250.000 habitantes, para este análisis se calculó el tamaño mínimo de la población objetivo (Ecuación 1). Se aplicaron encuestas a la población calculada en la plataforma digital de “Microsoft Forms” compuesta por nueve preguntas con opciones de respuesta simples accediendo a través de un código QR (Anexo 1).

Ecuación 1.

Ecuación para calcular el tamaño de muestra

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

Donde:

σ : Desviación estándar de la población

N: Tamaño de la población

Z: Valor obtenido de la distribución normal con un nivel de confianza del 95%

e: Límite aceptable del error muestral

n: Tamaño mínimo de la población objetivo

Se verificó mediante gráficos estadísticos representados para cada pregunta el impacto social generado por sistema de registro digital.

CAPÍTULO III

Resultados y Discusiones

3.1. Generación del código de programación

Se obtuvo la estructura de una base de datos utilizando el programa MySQL versión 8.0.35 en la herramienta MySQL Workbench, el código de programación definió las variables relevantes para empresas y productos, la información que pueden ingresar a la base de datos es indefinida.

Zambrano y Echeverría, (2014) indican que la estructura relacional de MySQL se alinea perfectamente con las necesidades específicas de una aplicación de inventario, tiene la capacidad de manipular consultas detalladas y fundamentalmente su compatibilidad con distintos lenguajes de programación debido a su licencia de código abierto, ofrece un servicio de soporte multiplataforma y asegura la confidencialidad de los datos ingresados.

Las variables generadas en el sistema de registro para empresas y productos son trece, la información es ingresada de forma manual para cada tabla. Se ingresaron los datos de la empresa en forma de código: Se agregó la orden de agregar información “Insert into” para las variables de empresas y productos predeterminadas anteriormente.

Navarrete y Tapia, (2019) detallan que la información en las bases de datos en MySQL puede manejar grandes volúmenes de información por lo que puede ampliar el alcance del proyecto, la eficiencia de una base de datos relacional aporta un gran valor a la logística de una empresa, esto permite incluir distintos tipos de productos de empresas agroindustriales.

Cada registro de la base de datos se vincula de forma automática a través del (ID), cinco de las variables de empresa son estáticas como nombre, descripción, ubicación geográfica, latitud, longitud y certificaciones (Anexo 2), las ocho variables de productos son nombre, lote, raza, peso promedio, edad promedio, alimentación, sacrificio y transporte (Anexo 3), estos valores se remplazan según la producción de la empresa y la naturaleza del producto (Figura

2).

Figura 2.

Base de datos de la empresa y producto

id	empresa	descripcion	latitud	longitud	ubicacion	certificaciones			
1	Roque Smoke House	Empresa dedicada a la producción de carnes ah...	0.293182	-78.2376	BLOB	Notificación Sanitaria otorgada por el ARCSA			
id	creado_por	producto	lote	raza	peso_promedio	edad_promedio	alimentacion	sacrificio	transporte
1	1	Chuleta ahumada	17	Large White	100	180	Balanceado	Manual	Camión con contenedor
2	1	Costilla ahumada	4	Large White	100	180	Balanceado	Manual	Camión con contenedor
3	1	Pollo ahumado	17	Broiler	2.27	42	Balanceado	Manual	Camión con contenedor

La información de la empresa “Roque Smoke House” se encuentra lista, sin embargo, para desplegar estos registros se ejecuta una orden “Consulta php” esta despliega el registro requerido y solicita la información a la base de datos según su identificación (ID). La consulta se ejecuta de manera constante a la información, se asignó el comando (%) este símbolo selecciona todos los productos de la empresa de forma optimizada. Caso contrario debe hacer una consulta para cada uno de los productos registrados. En consecuencia, se realizó la conexión de la base de datos en un entorno web diseñado para probar aplicaciones de manera local “Visual Studio Code”, la información fue conectada con el servidor local (Anexo 4). Posteriormente, los datos que se encuentra de manera local se transfirieron ahora al servidor web.

3.2. Diseño de la interfaz web

La aplicación fue creada con el nombre (trazabilidad10) en el servicio de hosting en el apartado de aplicaciones, se eligió la versión 3.11.5 de “Python” por su compatibilidad con los frameworks requeridos de funcionamiento y alojada en el subdominio: www.pecuarios.trazabilidadtotal.com/trazabil10/qrcode/1.

El sistema de registro cuenta con frameworks necesarios para trabajar de manera constante y sin errores, los mismos que deben ser instalados en el terminal de la interfaz web y fueron los siguientes: (PyMQL – 1.1.0), (folium – 0.15.0), (numpy – 1.26.1), (qrcode – 7.4.2).

Consecutivamente al establecer la aplicación y sus requerimientos se creó una carpeta

nombrada (trazabilidad10) que consta de archivos como: pycache, templates, appy.py, donde se adicionó el código desarrollado en “HTML” y “CSS” (Anexo 5). Poveda et al, (2012) mencionan que la unión de estos lenguajes de programación se destaca en la capacidad de cumplir con los requerimientos técnicos de un proyecto y además efectúa las demandas específicas del usuario. De igual manera Duckett, (2011) indica que al crear un espacio digital donde la información se transforme en un modelado gráfico este se complementa con las demás funciones programadas anteriormente y optimiza el funcionamiento de aplicaciones que no requieran demasiados recursos.

El acceso directo al mapa fue implementado mediante el framework folium que ubica las coordenadas específicas de la empresa en una ubicación referenciada a través de un punto.

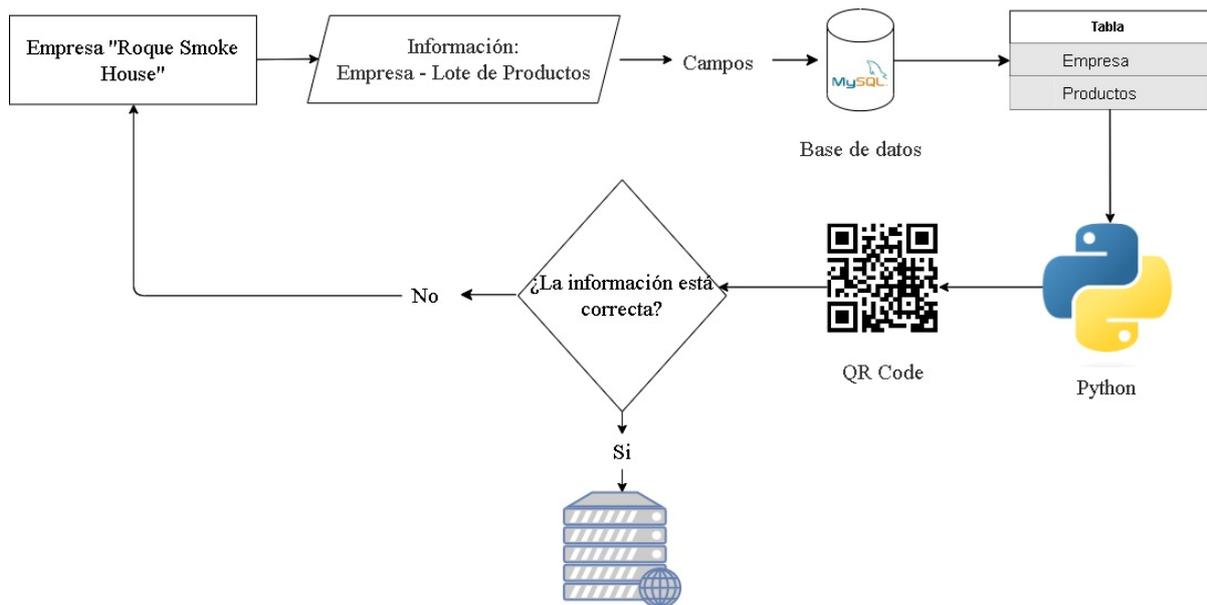
La información de la base de datos es transferida al servidor web mediante una conexión web (Anexo 6), los datos se adaptaron a la estructura de la tabla realizada y la “Consulta php” es realizada de manera sistemática presentando los datos en el registro digital para cada producto conjuntamente con la información de la empresa propietaria.

3.3. Validación del sistema de registro digital

La validación se cumplió al utilizar información real de la empresa “Roque Smoke House” junto con el trazado de sus productos que ofertan en el mercado local, este proceso debe repetirse para cada lote de producción (Figura 3).

Figura 3.

Proceso de validación para cada lote de productos de la empresa "Roque Smoke House"



El código QR generado por la aplicación se incluyó en forma de etiqueta individual como prototipo, sin embargo, el diseño del QR fue definido por la empresa para posteriormente ser agregado a los productos seleccionados en la etiqueta principal del producto (Figura 4).

Figura 4.

A. Código QR generado para la costilla ahumada del lote 17 B. Código QR generado para la chuleta ahumada del lote 17 C. Código QR generado para pollo ahumado del lote 4.



A



B



C

Los productos trazados fueron específicamente: chuleta ahumada del lote 17 (Anexo 7) con el siguiente registro (Anexo 8), costilla ahumada del lote 17 (Anexo 9) registrada de igual manera (Anexo 9) y pollo ahumado del lote 4 (Anexo 10) como último registro (Anexo 11). “Roque Smoke House” se convirtió en la primera empresa local en utilizar un sistema de

trazabilidad para cada uno de sus productos.

3.4. Análisis de aceptabilidad del sistema de registro digital

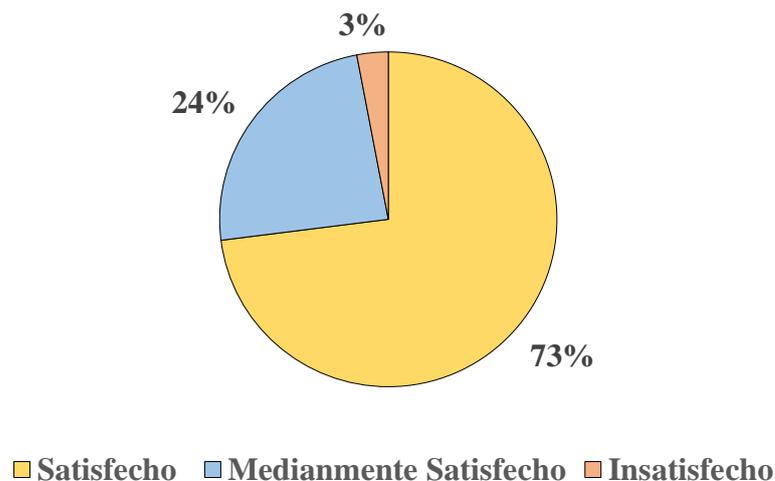
Los resultados de cada pregunta de la encuesta digital son representados en porcentaje a través de un diagrama de pastel.

Pregunta 1: *¿Qué tan satisfecho/a está con la experiencia de visualizar la información del producto?*

En la figura 5. Los resultados revelaron una tendencia positiva en cuanto a la satisfacción de los consumidores. El 73% indicó estar satisfecho, el 24% revelaron una satisfacción media y el 3% expresó una insatisfacción con el sistema de registro digital.

Figura 5.

Resultados de la pregunta uno de la encuesta de aceptabilidad



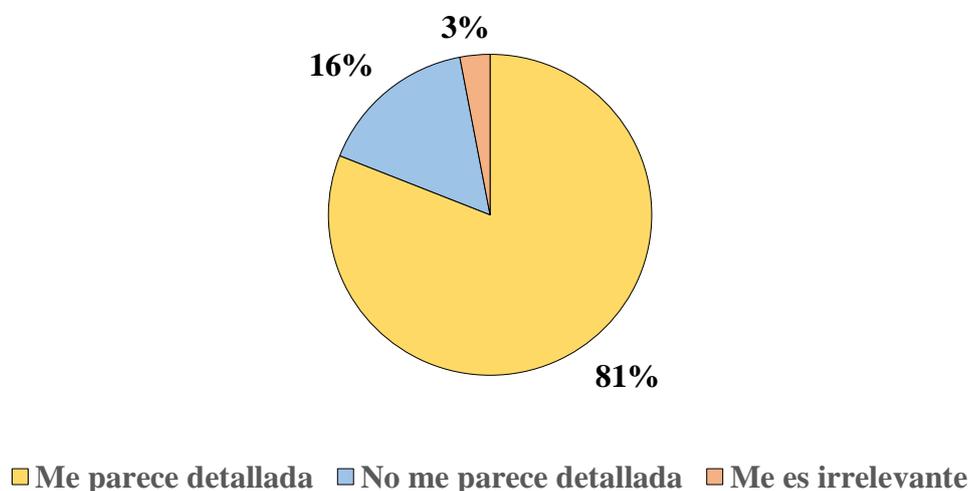
Beluzzo et al, (2017) comentan en su investigación que un sistema de trazabilidad proporciona la información histórica de un producto, esto contribuye a la satisfacción de los clientes en el mercado y genera confianza en el consumidor, de igual manera la relación entre la empresa y el cliente se ve fortalecida por la seguridad alimentaria que ofrece. Chico, (2010) detalla que registrar información en productos de la cadena de valor añade una ventaja competitiva y se enlaza con la satisfacción del cliente al elegir los productos que destaquen sobre otros.

Pregunta 2: ¿Qué opina sobre la información específica del animal en la etiqueta del producto, sin tomar en cuenta fecha la elaboración y caducidad?

En la figura 6. Los resultados reflejan una apreciación mayormente positiva en cuanto al contenido de la tabla de datos del producto. Los consumidores que estuvieron conformes con la información representan el 81%, el 16% señala que la información no está detallada y el 3% indicó que le es irrelevante.

Figura 6.

Resultados de la pregunta dos de la encuesta de aceptabilidad



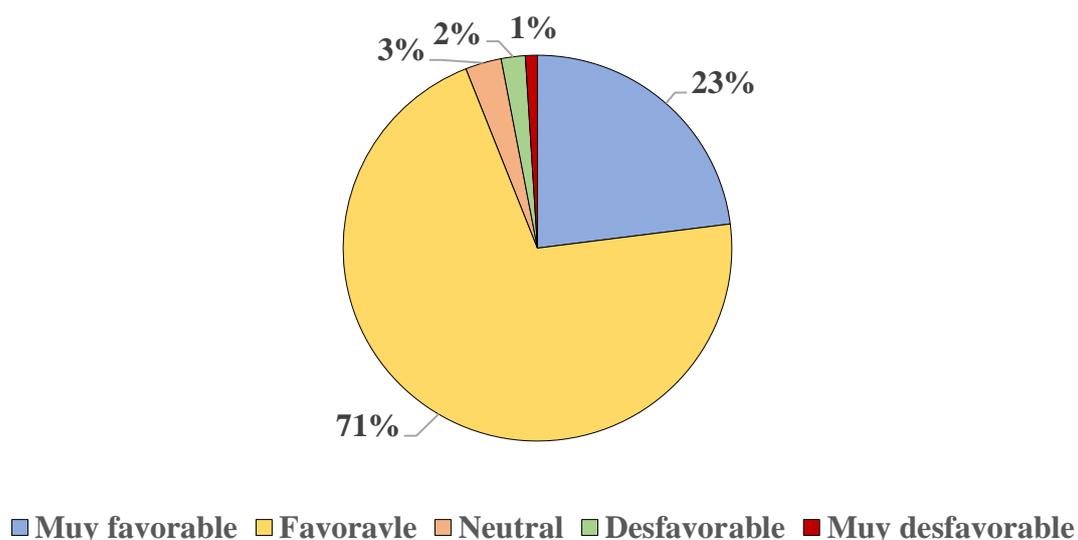
Valdés, (2016) reporta que la accesibilidad de datos detallados en un producto son de gran importancia para un cliente debido a las nuevas exigencias del mercado actual, proveer esta información adicional significa una decisión de compra para los usuarios nuevos de una marca, sin embargo, los consumidores habituales necesitan constantes beneficios para establecer una relación consistente y duradera. Alayo, (2017) menciona que la interacción de información de origen de un producto a través de una interfaz es un factor fundamental para la conformidad de un cliente, se convierte en una experiencia positiva del usuario al adquirir un producto con esas características.

Pregunta 3: ¿Cómo evalúa este sistema de información del animal? Según esta escala

En la figura 7. Se expusieron varias opciones de respuesta para evaluar el sistema de información, sin embargo, estos elevados porcentajes sugieren un respaldo sólido al sistema de trazabilidad. El 23% de consumidores lo evaluaron como muy favorable, el 71% lo calificó como favorable, 3% se mantuvo neutral, 2% de los consumidores indicaron que era desfavorable y solo el 1% estuvo en total desacuerdo con el sistema de registro y le pareció muy desfavorable.

Figura 7.

Resultados de la pregunta tres de la encuesta de aceptabilidad



En varios estudios se ve reflejado los beneficios de incluir un sistema de información en cualquier producto independientemente de su naturaleza, como en la investigación de Céspedes et al, (2012) donde evalúan las ventajas de un modelamiento de datos orientado en la programación para una industria alimentaria, dando un enfoque integral y preciso de todo el ciclo de vida de un producto, esta sistemática presta una mayor validez en la gestión de información y aborda desafíos del consumidor relacionados con la calidad, seguridad y

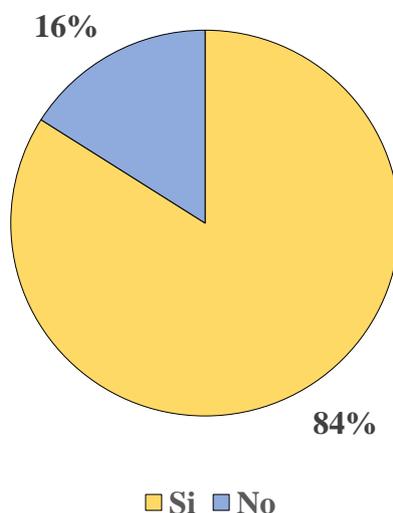
autenticidad. García, (2013) presenta un sistema de información para la optimización de la gestión de inventario y la circulación de productos, se demuestra como existe una mejora notable en la logística de la empresa cumpliendo una función importante como es la conformidad del consumidor, la perspectiva del cliente se ve mejorada debido al servicio eficiente que ofrece.

Pregunta 4: *¿Considera que al mostrar información del animal mejora la percepción de la calidad de los productos que consume?*

En la figura 8. Los resultados indican la percepción de calidad de los consumidores ante un producto que muestre información de origen del animal y otro que no. El 84% de los consumidores señalaron que mostrar información en un producto eleva la valoración del mismo y el 16% mencionó que no tiene una apreciación de mejora en la calidad del producto.

Figura 8.

Resultados de la pregunta cuatro de la encuesta de aceptabilidad



Metref y Calvo-Dopico, (2016) señalan en su investigación que uno de los principales factores de calidad para el consumidor es el etiquetado, pero no especialmente su diseño sino la información presentada de dicho producto, destacando así la trazabilidad de la materia prima, ingredientes adicionales y las certificaciones acreditadas del producto. Mendoza-Calderon,

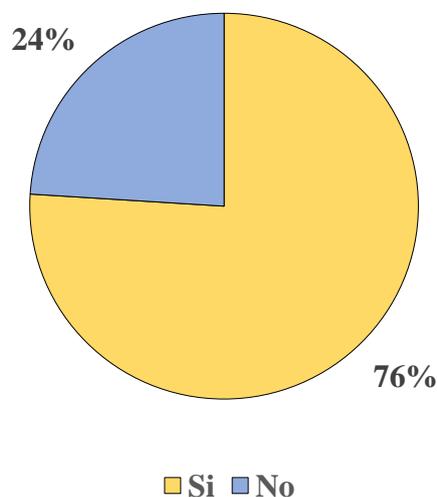
(2019) indica en su investigación que el mercado actual es cambiante y que los nuevos consumidores deciden adquirir productos que sigan tendencias actuales como mostrar la información del manejo productivo, conciencia medioambiental en empaques y responsabilidad de residuos y el precio en función a la calidad del producto, estos aspectos influyen directamente a un cliente para adquirir dicho bien.

Pregunta 5: *¿Confía en la información proporcionada de los productos?*

En la figura 9. Estos resultados reflejan la confianza del consumidor sobre la información de origen del animal mostrada en el sistema de registro. El 76% de los consumidores no desconfiaron de los datos presentados mientras que el 24% dudaron de la veracidad de esta información.

Figura 9.

Resultados de la pregunta cinco de la encuesta de aceptabilidad



Borrero, (2019) menciona que proporcionar transparencia en la información, garantizar la integridad y trazabilidad del producto le brinda al consumidor un alimento totalmente controlado, asegurando la calidad del mismo y posicionando a la empresa en el mercado local o extranjero de manera competitiva a nivel de calidad y seguridad alimentaria. Guillén, (2013) comenta en su estudio que referenciar los productos mediante recursos tecnológicos y la

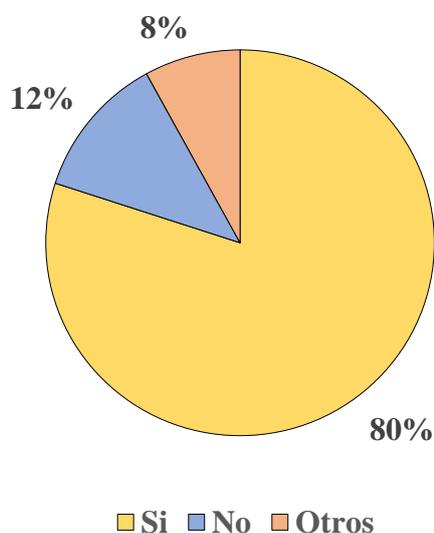
accesibilidad a esa información por parte del cliente es muy importante, ambos aspectos se desarrollan simultáneamente y proporcionan información alineada a las tendencias actuales, mostrando lo que el consumidor requiera y a su vez formando un vínculo de confianza con el producto.

Pregunta 6: *¿Considera que la información del animal es la suficiente o debería tener algún campo extra, si ese es el caso cual recomendaría?*

En la figura 10. Los resultados de esta pregunta señalan la perspectiva del consumidor sobre la cantidad de información expuesta en la tabla de datos del producto. El 80% de los consumidores indican que el registro está completo y no necesita ningún campo extra. El 12% consideró que faltaba información por mostrar, sin embargo, no dieron una recomendación. El 8% restante de consumidores mencionaron las siguientes propuestas: poner todos los detalles del proceso productivo, mayor contenido gráfico como fotos, videos, detalles del manejo de residuos y gestión ambiental, mayor interacción con el usuario, estadísticas de consumo de dicho producto. Estas recomendaciones deberán tomarse en cuenta ya que son sugerencias del consumidor directamente.

Figura 10.

Resultados de la pregunta seis de la encuesta de aceptabilidad



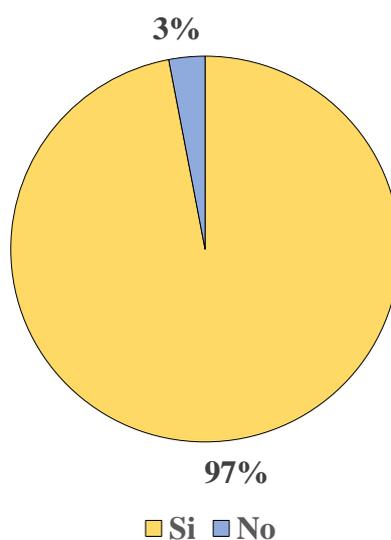
Sánchez et al, (2023) indican que un producto con cierta cantidad de datos facilita la toma de decisiones de compra e incentiva al consumidor la preferencia por parámetros de calidad más elevados, esto mejora la competitividad entre productos y aumenta el uso de recursos para agregar información que sea solicitado por cierto tipo de mercado, buscando siempre satisfacer al cliente. García et al, (2023) comentan en su estudio que la falta de información en un producto genera en el consumidor una percepción de un alimento no seguro, esta incertidumbre puede variar por factores como ubicación, género y costumbres, en general provocan consecuencias negativas en las ventas de un producto.

Pregunta 7: *¿Considera necesario el tener acceso a la información de los productos que consume?*

En la figura 11. En esta pregunta los resultados muestran una disyuntiva clara. El 97% de los consumidores consideran de gran importancia conocer información relevante del producto que consumen, sin embargo, el 3% no le parece algo de importancia tener acceso a la información del producto adquirido.

Figura 11.

Resultados de la pregunta siete de la encuesta de aceptabilidad



Gaspa, (2007) en su estudio se demuestra la importancia de proporcionar información

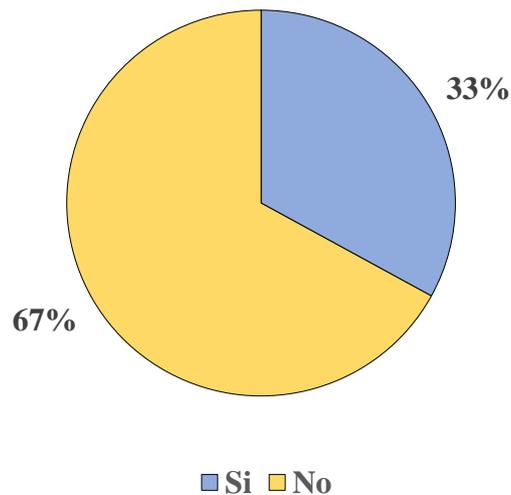
al consumidor del producto que adquiere, brindar alimentos seguros genera confianza y eso es esencial para sobresalir en el mercado, además la información recopilada se considera como una herramienta de apoyo en los planes de identificación de puntos críticos de control con el fin de reducir riesgos. López y Segura, (2023) comentan que la soberanía alimentaria se concreta con la unión de todos los factores internos y externos como es la accesibilidad a la información por parte del cliente, de igual manera en cada industria gestionar esta información permite tener un control en la cadena de suministro y reaccionar ante cualquier incidente.

Pregunta 8: *¿Cree que la información específica del animal deba incrementar el precio de los productos?*

En la figura 12. Se muestran los resultados que el sistema de registro digital no debe influir en el precio, pese a tener una satisfacción alta el consumidor resalta su desacuerdo con el aumento en el costo de los productos que tengan esta herramienta implementada. Por lo que es necesario ofrecer un servicio que sea accesible y permita a las empresas trazar sus productos. El 67% de los consumidores mencionan que no debe aumentar el precio de los productos que sean trazados, mientras que el 33% mencionó que se debe aumentar el precio de aquellos productos que muestren una ventaja sobre otros.

Figura 12.

Resultados de la pregunta ocho de la encuesta de aceptabilidad



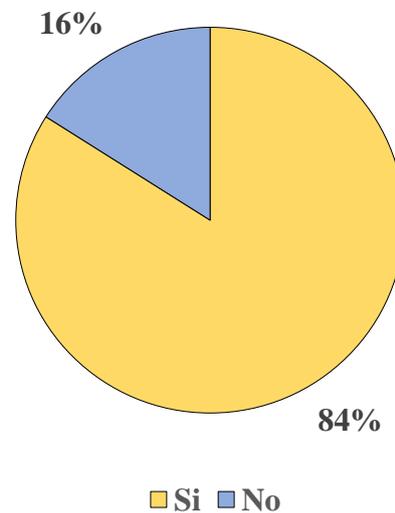
Metref y Calvo-Dopico, (2016) en su investigación demuestran que la trazabilidad de un producto y la voluntad a pagar por dicho servicio es alterada según las características sociodemográficas, varía en función al salario del consumidor y a la susceptibilidad por obtener productos más seguros para el consumo. Belío, (2007) reporta que el incremento de precio de los productos que poseen alguna ventaja sobre otros es justificado por cambios en las tendencias actuales, señala que en la actualidad existe una constante demanda por productos que generen confianza en el consumidor por su seguridad.

Pregunta 9: *¿La información específica del animal influye en la decisión al comprar un producto?*

En la figura 13. Los siguientes resultados reportan que el consumidor puede adquirir un producto trazado sobre otro que no ostente esta herramienta. Con el 84% los consumidores demuestran que su decisión de compra depende de la información que tenga el producto adquirido. El 16% restante señala que no influye la información del producto en el momento de realizar una compra.

Figura 13.

Resultados de la pregunta nueve de la encuesta de aceptabilidad



Zanfrillo et al, (2020) indica que la decisión de compra de un producto se ve influenciada por los datos de origen del animal, esto representa para las empresas un reto, aquellas que manejen herramientas tecnológicas e innovación constante abarcan todo el mercado, sin embargo, los productos ofertados sin este servicio son descartados por una gran parte de los clientes que exige información para certificarse de la seguridad de su producto. Stanziani et al, (2022) en su investigación mencionan que un sistema de registro de productos brinda mayores niveles de confianza en los consumidores impulsando a elegir el producto trazado, incorporando las nuevas tendencias del mercado globalizado lo que genera clientes nuevos y afilia a los clientes frecuentes.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Mediante el uso del programa “MySQL” se generó un código de programación para el sistema de registro digital, otorgándole estructura a los datos de los productos y estableciendo una relación de la información con la identificación única (ID) para cada uno de ellos. Tiene el potencial de trazar cada uno de los productos provenientes de una empresa y para un número (n) de empresas.

A través de la codificación se conectó la base de datos local programada en “MySQL” con el servidor web alojado en el dominio de trazabilidadtotal.com. Se estableció el diseño de la tabla de datos con los lenguajes de programación “HTML” y “CSS”, mostrando los datos en una interfaz web dinámica, organizada y accesible para el usuario.

Con la ayuda de la información de la empresa agroindustrial “Roque Smoke House”. Se trazaron los siguientes productos: pollo ahumado, chuleta ahumada y costilla ahumada de un lote de producción en específico. Permitiendo que el consumidor tenga a disposición información relevante de la empresa y conozca a detalle del manejo productivo que se empleó en el animal.

Por medio de la encuesta digital realizada a consumidores de la ciudad de Ibarra, los resultados reflejaron que el sistema de registro digital tiene un nivel alto de aceptabilidad, esto implica que un producto pecuario trazado tiene una ventaja competitiva sobre otro que no presente esta información, sin embargo, se debe tomar en cuenta que una parte de los consumidores estaría en desacuerdo con el aumento de precio en los productos que muestren información de origen. Por lo tanto, es necesario ofrecer un servicio profesional de bajo costo y accesible para pequeñas, medianas y grandes empresas agroindustriales.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda agregar al sistema de registro digital las sugerencias propuestas por el 8% de consumidores, como un mejor diseño de la tabla, contenido multimedia, entre otras, Ya que podrían significar una mejora importante.

Se propone extrapolar al sistema de registro digital no solo para productos pecuarios sino para cualquier tipo de producto que tenga o no tenga procesamiento independientemente de su naturaleza.

Se sugiere realizar una investigación de mercado a nivel de empresas para determinar las necesidades que tiene cada una de ellas.

Referencias Bibliográficas

Alexander Dimas López y Brayán Barroso Benítez. (2015). Implementación de un sistema de identificación ganadero.

Alzate, P., & Giraldo, D. (2023). Tendencias de investigación del blockchain en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad. *Revista Universidad y Empresa*, 25(44), 1–29. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.12451>

Anlly Mileth García Vásquez. (2013). Herramienta de trazabilidad logística internacional: marroquina s.a.

Ballesteros, R., & Orjuela-Castro, J. A. (2017). Hacia un Marco Conceptual Común sobre Trazabilidad en la Cadena de Suministro de Alimentos. *Ingeniería*, 22(2), 161. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2017.2.a01>

Belcastro, L., Cantini, R., Marozzo, F., Orsino, A., Talia, D., & Trunfio, P. (2022). Programming big data analysis: principles and solutions. *Journal of Big Data*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00555-2>

Belío, J. L. (2007). Claves para gestionar precios, producto y marca. Cómo afrontar una guerra de precios.

Beluzzo, M., Bravi, C., & Chiarpenello, A. (2017). Diseño e implementación de un Sistema de Trazabilidad en un emprendimiento de viandas cocidas y congeladas de Córdoba. 60.

Borrero, J. D. (2019). Sistema de trazabilidad de la cadena de suministro agroalimentario para cooperativas de frutas y hortalizas basado en la tecnología Blockchain. *CIRIEC-Espana Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 95, 71–94. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.95.13123>

Briz, J., & De Felipe, I. (2015). SEGURIDAD ALIMENTARIA Y TRAZABILIDAD. <https://www.researchgate.net/publication/265012284>

Chico, J. R. (2010). Análisis de valor de la trazabilidad de los productos cárnicos españoles.

Corallo, A., Latino, M. E., Menegoli, M., & Striani, F. (2020). The awareness assessment of the Italian agri-food industry regarding food traceability systems. *Trends in Food Science & Technology*, 101, 28–37. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2020.04.022>

Damiani, L. (2013). *Optimización Estocástica Acelerada con Aplicación a la Ingeniería de Procesos*.

Deng, L., Du, X., & Shen, J. Zhong. (2020). Web page classification based on heterogeneous features and a combination of multiple classifiers. *Frontiers of Information Technology and Electronic Engineering*, 21(7), 995–1004. <https://doi.org/10.1631/FITEE.1900240/METRICS>

Djelantik, A. A. A. S. K., & Bush, S. R. (2020). Assembling tuna traceability in Indonesia. *Geoforum*, 116, 172–179. <https://doi.org/10.1016/J.GEOFORUM.2020.07.017>

Duckett, J. (2011). “HTML y CSS” Design and build websites.

Duque Hurtado, P. L., Giraldo Castellanos, J. D., & Osorio Gómez, I. D. (2023). Análisis bibliométrico de la investigación en big data y cadena de suministro. *Revista CEA*, 9(20), e2448. <https://doi.org/10.22430/24223182.2448>

Duque, S., Hern, D. E., & Moderna, H. (2023). *Facultad de Filosofía y Letras Consultoría de imagen & Magazine . Creación de una web con marca personal . 1–50*.

Durango, A. (2015). *Diseño Web con CSS: 2ª Edición*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bcxscgaaqbaj&oi=fnd&pg=PA11&dq=CSS&ots=mktr6tptsvb&sig=bym0ko4pyaulqr2k04yh3refmnw#v=onepage&q=CSS&f=false>

ESPAC. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2021*.

Francisca Belén Silva Valdés. (2016). *Sistema de evaluación de la satisfacción usuaria*

sobre las prestaciones entregadas por el equipo de testeo, trazabilidad y aislamiento covid-19 del cesfam carol urzúa ibañez. 4(1), 1–23.

Garcia-Molina, H., Ullman, J. D., & Widom, J. (2020). DATABASE SYSTEMS The Complete Book (3rd Edition).

García, F. C., García, C. J., & Juan-garcía, A. (2023). Evaluación de la información de las etiquetas de los alimentos como una dimensión en la percepción del riesgo alimentario. Revisión exploratoria de las últimas décadas.

Garcia, S. N., Osburn, B. I., & Jay-Russell, M. T. (2020). One Health for Food Safety, Food Security, and Sustainable Food Production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(January), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00001>

Gaspa, R. (2007). Trazabilidad en el mercado mayorista de alimentos frescos.

González, L., Sofía, O., Laguía, D., Gesto, E., & Hallar, K. (2020). Internet del Futuro – Estudio de tecnologías iot. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 12(3), 105–137. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v12.n3.744>

Gremyr, I., Lenning, J., Elg, M., & Martin, J. (2021). Increasing the value of quality management systems. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 13(3), 381–394. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-10-2020-0170>

Guillén, G. I. A. (2013). Desarrollo de un sistema exportable de confianza corporativa: aplicación a entornos de trazabilidad de productos.

Győrödi, C. A., Dumșe-Burescu, D. V., Győrödi, R., Zmaranda, D. R., Bandici, L., & Popescu, D. E. (2021). Performance impact of optimization methods on mysql document-based and relational databases. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/app11156794>

INEN 1338. (2010). Instituto ecuatoriano de normalización; norma técnica ecuatoriana nte inen 1 338:2010 segunda revisión: meat and meat products. Raw meat products, cured meat

products and partially cooked-cooked meat products. Specifications.

ISO 9000:2015(es), Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario. (n.d.). Retrieved June 26, 2023, from <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>

ISO 9001:2015(es), Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos. (n.d.). Retrieved June 26, 2023, from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

ISO 22005:2007(es), Trazabilidad en la cadena de alimentos para alimentación humana y animal — Principios generales y requisitos básicos para el diseño e implementación del sistema. (n.d.). Retrieved June 29, 2023, from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:22005:ed-1:v1:es>

Javaid, M., Haleem, A., Pratap Singh, R., Khan, S., & Suman, R. (2021). Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review. *Blockchain: Research and Applications*, 2(4), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100027>

Ju, C., Shen, Z., Bao, F., Wen, Z., Ran, X., Yu, C., & Xu, C. (2022). Blockchain Traceability System in Complex Application Scenarios: Image-Based Interactive Traceability Structure. *Systems*, 10(3), 1–16. <https://doi.org/10.3390/systems10030078>

Kampan, K., Tsusaka, T. W., & Anal, A. K. (2022). Adoption of Blockchain Technology for Enhanced Traceability of Livestock-Based Products. *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 13148, 14(20), 13148. <https://doi.org/10.3390/SU142013148>

Linzán Soledispa, G. B., Soledispa Cañarte, B. J., Chávez Soledispa, V. A., & Fiallos González, O. R. (2023). Análisis de la Cadena de Suministros en las empresas industriales de Guayaquil, Ecuador. *Revista Científica Empresarial Debe-Haber*, 1(2023), 3–24. <https://debe-haber.ccpaqp.org.pe/index.php/rcedh/article/view/13/16>

López, M. R., & Segura, X. C. (2023). Food Sovereignty as an Indicator of the Integral Transformation of Agri-Food Systems. *Historia Agraria*, 23(90), 7–38.

<https://doi.org/10.26882/histagar.090e08r>

Lu, Y., Li, P., & Xu, H. (2021). A Food anti-counterfeiting traceability system based on Blockchain and Internet of Things. *Procedia Computer Science*, 199, 629–636.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.077>

Macías, C. E., Muñoz, R., Pérez, S., Escobar, E. A., Escobar, G., Martínez, R., Mayoral, M. B., Vizcarra, N. L., Yáñez, I., Rosado, R. M., & Ruíz, M. Del C. (2015). Lobal egocios. *Revista Global de Negocios*, 1–120.

Martínez Stanziani, M. N. (2022). Uso de la tecnología Blockchain en procesos de trazabilidad de productos alimenticios.

Maya, T., Orjuela Castro, J. A., & Herrera, M. M. (2021). Retos en el modelado de la trazabilidad en las cadenas de suministro de alimentos. *Ingeniería*, 26(2), 143–172.

<https://doi.org/10.14483/23448393.15975>

Meidyana permata putri, ebtaria nadeak, malahayati, nurlaili rahmi, arsia rini, diah novita sari, kurniati, herlinda kusmiati, rendy almaheri adhi pratama. (2013). Sistem manajemen basis data menggunakan MYSQL. In *NBER Working Papers*. <http://www.nber.org/papers/w16019>

Mendoza-Calderon, H. (2019). Percepción del consumidor millennial y su influencia en la decisión de compra de productos eco-friendly en lima metropolitana 2018. 1–34.

Metref, H., & Calvo-Dopico, D. (2016). Señalización de la calidad y análisis de los beneficios asociados a la trazabilidad. *Análisis del Mercado del atún en España*. ITEA

Informacion Tecnica Economica Agraria, 112(4), 421–437.

<https://doi.org/10.12706/itea.2016.026>

Navarrete, L., & Tapia, M. (2019). Sistema de gestión de la rentabilidad de proyectos para la empresa noux c.a universidad tecnica de cotopaxi. *Sistema biodigestor*, 82.

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>

Poveda, E. P., Sevilla, D., & Mauricio, G. (2012). El maquetado a base de scripts y hojas de estilo en cascada (CSS) y su incidencia en la optimización de un sitio web. [Http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/7146](http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/7146)

Rao, E. S., Shukla, S., & Rizwana. (2022). Food traceability system in India. *Measurement: Food*, 5, 100019. <https://doi.org/10.1016/J.MEAFOO.2021.100019>

Richar Nilton Alayo García. (2017). Aplicación del sistema de trazabilidad beetrack en las entregas de enseres domésticos a domicilio para mejorar la satisfacción de los clientes en ripley lima 2016. *Ucv*, 358.

Sánchez, Á., Sáenz, B., & Higuero, D. J. (2023). Etiquetado digital en el sector vitivinícola: Trazabilidad, transparencia e información al consumidor. 03007.

Sethibe, T., & Malinga, S. (2021). Blockchain technology innovation: An investigation of the accounting and auditing use-cases. *Proceedings of the European Conference on Innovation and Entrepreneurship, ECIE*, 892–900. <https://doi.org/10.34190/EIE.21.001>

Thylstrup, N. B., Archer, M., & Ravn, L. (2022). Traceability. *Internet Policy Review*, 11(1). <https://doi.org/10.14763/2022.1.1646>

Toranzo Céspedes, M. A., Cysneiros Filho, G., Gómez, Y., & Rodríguez Mendoza, O. (2012). Hacia el desarrollo de un marco de trabajo para mejorar la trazabilidad de requisitos. *Ingeniería e Investigación*, 32(1), 48–52. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v32n1.28520>

Zambrano, J., & Echeverría, J. (2014). Aplicación Web Para La Administración De Los Materiales Almacenados En Las Bodegas De La Empresa Constructora Coinfra S.a. 1–108. <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/74>

Zanfrillo, Alicia Mortara, Verónica; Tabone Luciana; Leuci, V. (2020). Sistemas de trazabilidad en pesquerías argentinas : desafíos de implementación para la sostenibilidad. 1, 436–446.

Zhang, Z., Zhu, H., Wen, M., Tao, Y., Liu, Y., & Xiong, Y. (2020). How Do Python

Framework apis Evolve? An Exploratory Study. SANER 2020 - Proceedings of the 2020 IEEE 27th International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering, 81–92.

<https://doi.org/10.1109/SANER48275.2020.9054800>

Anexos**Anexo 1. Encuesta de aceptabilidad del sistema de registro digital**

 **Análisis de Aceptabilidad**

Esta información es respondida con fines educativos para una investigación realizada en la Universidad Técnica del Norte.

* Obligatorio

¿Qué tan satisfecho/a está con la experiencia de visualizar la información del producto? *

Satisfecho

Medianamente Satisfecho

Insatisfecho

¿Qué opina sobre la información específica del animal en la etiqueta del producto, sin tomar en cuenta fecha la elaboración y caducidad? *

Me parece detallada

No me parece detallada

Me es irrelevante

¿Cómo evalúa este sistema de información del animal? Según esta escala *

Muy Desfavorable

Desfavorable

Neutral

Favorable

Muy Favorable

¿Considera que al mostrar información del animal mejora la percepción de la calidad de los productos que consume? *

Si

No

¿Confía en la información proporcionada de los productos? *

Si

No

¿Considera que la información del animal es la suficiente o debería tener algún campo extra, si ese es el caso cual recomendaría? *

Si

No

Otras

¿Considera necesario el tener acceso a la información de los productos que consume? *

Si

No

¿Cree que la información específica del animal deba incrementar el precio de los productos? *

Si

No

¿La información específica del animal influye en la decisión al comprar un producto? *

Si

No

Anexo 2. Estructura de la tabla de empresas en "MySQL"

```
CREATE TABLE `empresasagroindustriales` (  
  `id` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `empresa` varchar(20) DEFAULT NULL,  
  `descripcion` varchar(100) DEFAULT NULL,  
  `latitud` float DEFAULT NULL,  
  `longitud` float DEFAULT NULL,  
  `ubicacion` geometry DEFAULT NULL,  
  `certificaciones` varchar(255) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`id`)  
);
```

Anexo 3. Estructura de la tabla de productos en "MySQL"

```
CREATE TABLE productos_pecuarios (  
  id INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  creado_por INT NOT NULL,  
  producto VARCHAR(20) NOT NULL,  
  lote INT NOT NULL,  
  raza VARCHAR(20) NOT NULL,  
  peso FLOAT NOT NULL,  
  edad INT NOT NULL,  
  alimentacion VARCHAR(255) NOT NULL,  
  sacrificio VARCHAR(200) NOT NULL,  
  transporte VARCHAR(100) NOT NULL,  
  certificaciones VARCHAR(255) NOT NULL,
```

```

PRIMARY KEY (id),

FOREIGN KEY (creado_por) REFERENCES empresasagroindustriales(id)

);

```

Anexo 4. *Conexión de la base de datos con el servidor local*

```

import pymysql

# Configuración de la conexión

config = { 'host': 'localhost', 'user': 'root', 'password': '', 'database': 'empresas', 'port':
3306,}

# Conexión a la base de datos

try:

    connection = pymysql.connect(**config)

    print("Conexión exitosa")

except pymysql.Error as e:

    print(f"Error al conectar a la base de datos: {e}")

finally:

    # Cierra la conexión fuera del bloque 'try-except'

    if 'connection' in locals() and connection.open:

        connection.close()

        print("Conexión cerrada")

```

Anexo 5. *Código de "HTML", "CSS" de la tabla de datos*

```

<!DOCTYPE html>

<html lang="en">

```

```
<head>

  <meta charset="UTF-8">

  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

  <style>

    body {

      text-align: center;

      margin: 0; /* Elimina el margen predeterminado del cuerpo */

    }

    h1 {

      text-align: center;

    }

    table {

      border-collapse: collapse;

      width: 95%; /* Ajusta el ancho de la tabla al 95% de la pantalla */

      margin: 20px auto;

      /* Centra la tabla */

    }

    th,

    td {

      border: 1px solid #dddddd;

      text-align: center;

      padding: 8px;
```

```

    }

    /* Estilos adicionales según la columna */

    th:nth-child(1),
    td:nth-child(1) {

        /* Sin color de fondo o color de texto específico */

    }

    th:nth-child(2),
    td:nth-child(2) {

        /* Sin color de fondo o color de texto específico */

    }

    /* ... Repite este patrón para cada columna que quieras estilizar */

</style>
</head>
<body>

<table border="1">

<tbody>

<tr>

<th>Empresa</th>

<td>{{ registros[i][0] }}</td>

</tr>

<tr>

<th>Descripci&oacute;n</th>

<td>{{ registros[i][1] }}</td>

```

```
</tr>
<tr>
  <th>Latitud</th>
  <td>{{ registros[i][2] }}</td>
</tr>
<tr>
  <th>Longitud</th>
  <td>{{ registros[i][3] }}</td>
</tr>
<tr>
  <th>Certificaciones</th>
  <td>{{ registros[i][4] }}</td>
</tr>
<tr>
  <th>Producto</th>
  <td>{{ registros[i][5] }}</td>
</tr>
<tr>
  <th>Lote</th>
  <td>{{ registros[i][6] }}</td>
</tr>
<tr>
  <th>Raza</th>
  <td>{{ registros[i][7] }}</td>
</tr>
```

```
<tr>
  <th>Peso promedio</th>
  <td>{{ registros[i][8] }} Kg</td>
</tr>
<tr>
  <th>Edad promedio</th>
  <td>{{ registros[i][9] }} d&iacute;as</td>
</tr>
<tr>
  <th>Alimentaci&oacute;n</th>
  <td>{{ registros[i][10] }}</td>
</tr>
<tr>
  <th>Sacrificio</th>
  <td>{{ registros[i][11] }}</td>
</tr>
<tr>
  <th>Transporte</th>
  <td>{{ registros[i][12] }}</td>
</tr>
</tbody>
</table>
</body>
</html>
```

Anexo 6. *Conexión de la base de datos con el servidor web*

```
import pymysql

connection = pymysql.connect(host="trazabilidadtotal.com",
                             user="*****",
                             password="*****",
                             database="trazabil_pecuarios",
                             )

sql = " SELECT empresas.empresa, empresas.descripcion, empresas.latitud,
empresas.longitud, empresas.certificaciones, productos.producto, productos.lote,
productos.raza, productos.peso_promedio, productos.edad_promedio,
productos.alimentacion, productos.sacrificio, productos.transporte FROM empresas JOIN
productos ON empresas.id = productos.creado_por WHERE productos.id = %s;

cursor = connection.cursor()

cursor.execute(sql)

registros = cursor.fetchall()

print(registros)

cursor.close()

connection.close()
```

Anexo 7. Chuleta ahumada - Lote 17

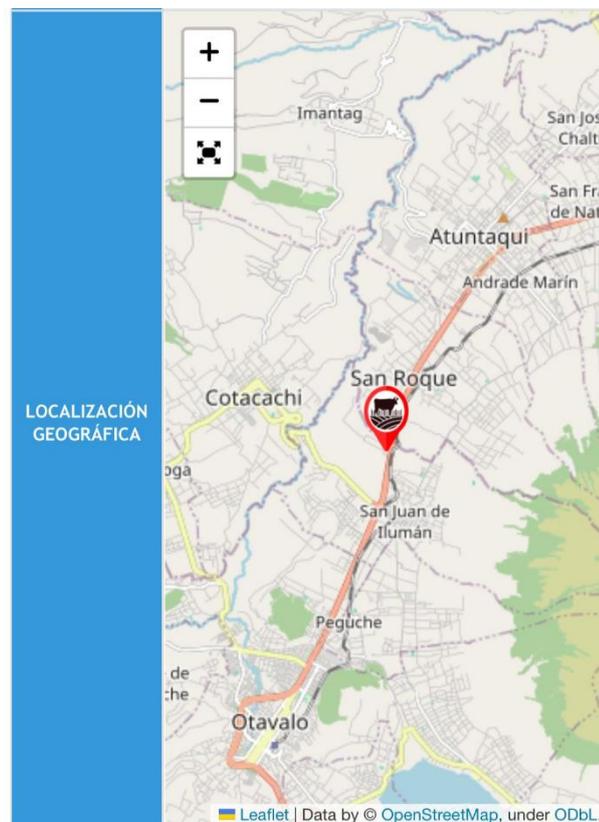


Anexo 8. Trazabilidad de la chuleta ahumada del lote 17

TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA:

NOMBRE	ROQUE SMOKE HOUSE
DESCRIPCIÓN	EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CARNES AHUMADAS
CERTIFICACIONES	NOTIFICACIÓN SANITARIA OTORGADA POR EL ARCSA
LATITUD Y LONGITUD	0.293182, -78.2376



INFORMACIÓN DEL PRODUCTO:

PRODUCTO	CHULETA AHUMADA
LOTE	17
RAZA	LARGE WHITE
PESO PROMEDIO	100.0 Kg
EDAD PROMEDIO	60 días
ALIMENTACIÓN	BALANCEADO
SACRIFICIO	MANUAL
TRANSPORTE	CAMIÓN CON CONTENEDO

Desarrollado por Mateo Ospina

Anexo 9. Costilla ahumada - Lote 17

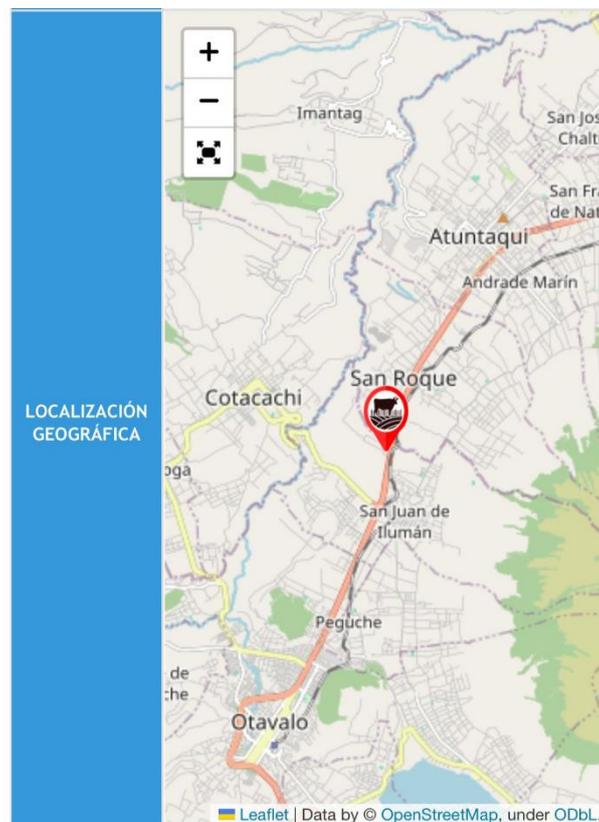


Anexo 10. Trazabilidad de la costilla ahumada del lote 17

TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA:

NOMBRE	ROQUE SMOKE HOUSE
DESCRIPCIÓN	EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CARNES AHUMADAS
CERTIFICACIONES	NOTIFICACIÓN SANITARIA OTORGADA POR EL ARCSA
LATITUD Y LONGITUD	0.293182, -78.2376



INFORMACIÓN DEL PRODUCTO:

PRODUCTO	COSTILLA AHUMADA
LOTE	17
RAZA	LARGE WHITE
PESO PROMEDIO	100.0 Kg
EDAD PROMEDIO	60 días
ALIMENTACIÓN	BALANCEADO
SACRIFICIO	MANUAL
TRANSPORTE	CAMIÓN CON CONTENEDO

Desarrollado por Mateo Ospina

Anexo 11. Pollo ahumado - Lote 4

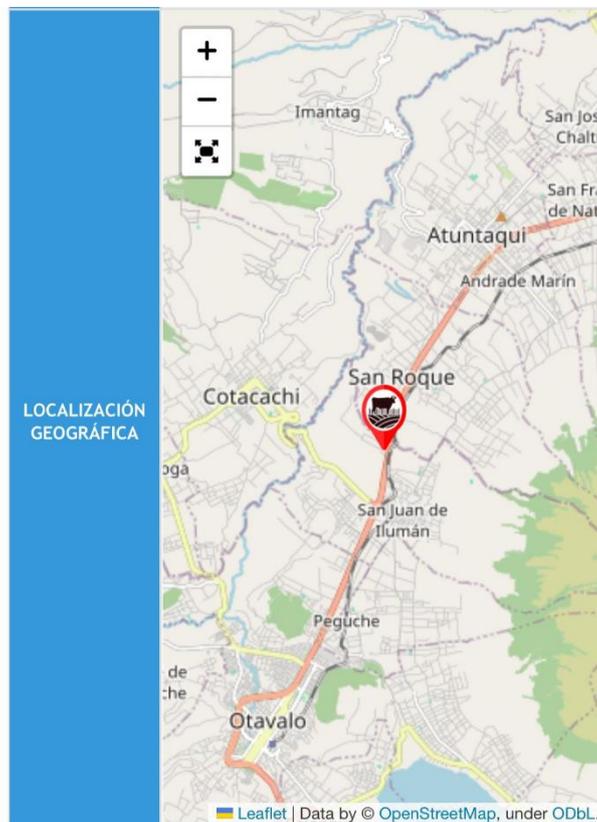


Anexo 12. Trazabilidad del pollo ahumado del lote 4

TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA:

NOMBRE	ROQUE SMOKE HOUSE
DESCRIPCIÓN	EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CARNES AHUMADAS
CERTIFICACIONES	NOTIFICACIÓN SANITARIA OTORGADA POR EL ARCSA
LATITUD Y LONGITUD	0.293182, -78.2376



INFORMACIÓN DEL PRODUCTO:

PRODUCTO	POLLO AHUMADO
LOTE	4
RAZA	BROILER
PESO PROMEDIO	2.27 Kg
EDAD PROMEDIO	42 días
ALIMENTACIÓN	BALANCEADO
SACRIFICIO	MANUAL
TRANSPORTE	CAMIÓN CON CONTENEDO

Desarrollado por Mateo Ospina