



Universidad  
Nacional  
de Loja

**Universidad Nacional de Loja**  
**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**  
**Carrera de Medicina Veterinaria**

**Determinación de residuos químicos en leche cruda comercializada  
en mercados municipales de la ciudad de Loja**

Trabajo de Titulación previo a la obtención  
del título de Médico Veterinario

**AUTOR:**

Jhon Edward Carrión Ramón

**DIRECTORA:**

Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese, MSc.

Loja – Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 29 de marzo del 2023

Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese, MSc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Determinación de residuos químicos en leche cruda comercializada en mercados municipales de la ciudad de Loja** de autoría del estudiante **Jhon Edward Carrión Ramón**, con cédula de identidad Nro. **1104463904**, previa a la obtención del título de **Médico Veterinario**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.



Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese, MSc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Jhon Edward Carrión Ramón**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Cédula de Identidad:** 1104463904

**Fecha:** 29/05/2023

**Correo electrónico:** [jhon.e.carrion@unl.edu.ec](mailto:jhon.e.carrion@unl.edu.ec)

**Teléfono o Celular:** 0979431620

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Jhon Edward Carrión Ramón**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Determinación de residuos químicos en leche cruda comercializada en mercados municipales de la ciudad de Loja**, como requisito para optar el título de **Médico Veterinario** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintinueve días de mayo del dos mil veintitrés.

**Firma:**



**Autor:** Jhon Edward Carrión Ramón

**Cédula:** 1104463904

**Dirección:** Sgto. José Robles y Sold. Rafael Pullaguari

**Correo electrónico:** [jhon.e.carrion@unl.edu.ec](mailto:jhon.e.carrion@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0979431620

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Directora del Trabajo de Titulación:** Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese, MSc.

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios, quién me ha guiado durante toda mi vida. A mis padres, Juan Carrión y Cecilia Ramón, por todos los valores inculcados, por el esfuerzo y confianza puestos en mí. A Germania Conde, por ser un pilar fundamental y acompañarme en este largo proceso. A mi hermana menor Sofía Rivera, quien me inspira cada día y me hace una mejor persona. A mi abuelo Rafael Ramón, a mi tío Germán Conde que desde el cielo me iluminan para seguir adelante. A mi abuela Macrina, por todas sus enseñanzas de fortaleza y sabiduría, por último, pero no menos importante, a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que tengo.

*Jhon Edward Carrión Ramón*

## **Agradecimiento**

Agradezco infinitamente a Dios, por ser mi motor y fuerza principal para cumplir mis objetivos. A mis padres por permitirme cursar una carrera universitaria, por su apoyo y enseñanzas de vida, que me han permitido crecer moralmente y de ahora en adelante profesionalmente. A mi tutora Ing. Stephanie Chávez Msc., por guiarme en el proceso del trabajo de titulación, por cada instrucción y sugerencia. A la Universidad Nacional de Loja, por todos los conocimientos impartidos en mí, junto a su comunidad docente.

A mis amigos Pablo Ordoñez, Alexander Castillo y Kevin Urgiles, quiénes han sido como una familia en estos 4 años y medio de carrera, por sus consejos, por su compañía, por todos los momentos compartidos, por todas las horas de estudio juntos que me dejan grandes enseñanzas y buenos recuerdos.

*Jhon Edward Carrión Ramón*

## Índice de Contenidos

<b>Portada</b> .....	i
<b>Certificación</b> .....	i
<b>Autoría</b> .....	i
<b>Carta de autorización</b> .....	ii
<b>Dedicatoria</b> .....	iii
<b>Agradecimiento</b> .....	iv
<b>Índice de Contenidos</b> .....	v
<b>Índice de tablas:</b> .....	vii
<b>Índice de figuras:</b> .....	vii
<b>Índice de anexos:</b> .....	vii
<b>1. Título</b> .....	1
<b>2. Resumen</b> .....	2
2.1. Abstract .....	3
<b>3. Introducción</b> .....	4
<b>4. Marco teórico</b> .....	6
4.1. Valor nutricional e importancia de la leche. ....	6
4.1.1. <i>Requisitos fisicoquímicos</i> .....	6
4.2. Residuos de antibióticos en leche.....	7
4.2.1. <i>Sulfamidas</i> .....	8
4.2.2. <i>Betalactámicos</i> .....	8
4.2.3. <i>Tetraciclinas</i> .....	8
4.3. Contaminantes químicos en la leche .....	9
4.3.1. <i>Conservantes</i> .....	9
4.3.1.1. Peróxido de Hidrógeno.....	9
4.3.1.2. Formaldehído .....	10
4.3.2. <i>Neutralizantes</i> .....	10
4.3.2.1. Bicarbonato .....	10
4.3.3. <i>Adulterantes</i> .....	11
4.3.3.1. Almidones .....	11
4.3.3.2. Colorantes.....	11
4.3.3.3. Glucosa y Maltodextrina. ....	12

<b>5. Metodología</b> .....	13
5.1. Área de estudio.....	13
5.2. Procedimiento.....	13
5.2.1. <i>Enfoque metodológico</i> .....	13
5.2.2. <i>Diseño de la investigación</i> .....	14
5.2.3. <i>Tamaño de la muestra y tipo de muestreo</i> .....	14
5.2.4. <i>Variables de estudio</i> .....	14
5.2.5. <i>Métodos y Técnicas</i> .....	14
5.3. Procesamiento y análisis de la información .....	16
5.4. Consideraciones éticas .....	16
<b>6. Resultados</b> .....	17
<b>7. Discusión</b> .....	21
<b>8. Conclusiones</b> .....	25
<b>9. Recomendaciones</b> .....	26
<b>10. Bibliografía</b> .....	27
<b>11. Anexos</b> .....	34

## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> <i>Requisitos físico químicos de la leche cruda</i> .....	7
<b>Tabla 2.</b> <i>Número de muestras de los distintos mercados municipales de Loja.</i> .....	14
<b>Tabla 3.</b> <i>Residuos de antibióticos en muestras de leche cruda en los mercados de Loja del primer periodo.</i> .....	17
<b>Tabla 4.</b> <i>Residuos de antibióticos en muestras de leche cruda en los mercados de Loja del segundo periodo.</i> .....	18
<b>Tabla 5.</b> <i>Residuos de contaminantes en muestras de leche cruda en los mercados de Loja en expendios formales.</i> .....	18
<b>Tabla 6.</b> <i>Residuos de contaminantes en muestras de leche cruda en los mercados de Loja del segundo periodo.</i> .....	19

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> <i>Ubicación geográfica de los Mercados municipales de la ciudad de Loja.</i> .....	13
<b>Figura 2.</b> <i>Lectura de las tiras reactivas del Kit RingBio. Fuente: Ring Biotechnology CoLtd. ..</i>	15

## Índice de anexos:

<b>Anexo 1.</b> <i>Muestras de leche analizadas.</i> .....	34
<b>Anexo 2.</b> <i>Kit RingBio, utilizado para residuos de antibióticos.</i> .....	34
<b>Anexo 3.</b> <i>Aplicación del Kit RingBio.</i> .....	35
<b>Anexo 4.</b> <i>Kit Milk Security Test, utilizado para residuos de contaminantes.</i> .....	35
<b>Anexo 5.</b> <i>Aplicación del Kit Milk Security Test.</i> .....	36
<b>Anexo 6.</b> <i>Comparación de las áreas de indicación de la tira reactiva con escala de colores en la etiqueta, Kit Milk Security Test.</i> .....	36
<b>Anexo 7.</b> <i>Certificado de traducción del resumen en inglés.</i> .....	37

## **1. Título**

**Determinación de residuos químicos en leche cruda comercializada en mercados de la ciudad de Loja.**

## 2. Resumen

La leche es uno de los alimentos de origen animal más consumidos y producidos en Ecuador, por lo tanto, este alimento debe ser íntegro e inocuo, quiere decir que para ser consumido debe estar libre de contaminantes químicos, porque esto podría representar un riesgo para la salud pública. En este estudio se planteó, determinar la presencia de residuos químicos en leche cruda comercializada en los mercados municipales de la ciudad de Loja, se utilizó un test rápido de inmunoensayo enzimático RingBio para determinar la presencia de betalactámicos, sulfamidas y tetraciclinas, y para los residuos de conservantes, neutralizantes y adulterantes se utilizó el kit de detección rápida Milk Security Test. De las 48 muestras, 2 resultaron positivas para residuos de antibióticos pertenecientes al grupo de betalactámicos y 4 muestras de leche cruda fueron positivas para contaminantes, identificados como glucosa y maltodextrina, se concluyó que existe la presencia de residuos de antibióticos y contaminantes en la leche cruda que se expende en los mercados municipales de la ciudad de Loja, por lo tanto se recomienda realizar estudios de trazabilidad para conocer la procedencia de la leche cruda en toda la cadena de producción.

**Palabras clave:** residuos de antibióticos, residuos de contaminantes, salud pública, resistencia antimicrobiana, cadena de producción.

## **2.1. Abstract**

Milk is one of the most consumed and produced foods of animal origin in Ecuador; therefore, this food must be intact and innocuous, meaning that to be ingested, it must be free of chemical contaminants. Because this could represent a risk to public health, this study aimed to determine the presence of chemical residues in raw milk marketed in the municipal markets of the city of Loja, we used a RingBio enzyme immunoassay rapid test to determine the presence of beta-lactams, sulfonamides, and tetracyclines, and we used the Milk Security Test Rapid Detection Kit for residues of preservatives, neutralizers, and adulterants. Of the 48 samples, two were positive for antibiotic residues belonging to the beta-lactam group, and four raw milk samples were positive for contaminants, identified as glucose and maltodextrin. We concluded that there is a presence of antibiotic residues and pollutants in the raw milk sold in the municipal markets of the city of Loja; therefore, we recommended traceability studies to determine the origin of the raw milk throughout the production chain.

**Keywords:** antibiotic residues, contaminant residues, public health, antimicrobial resistance, production chain

### 3. Introducción

En el Ecuador, la industria láctea representa una gran importancia en las actividades económicas que involucran a la ganadería (Cruz et al., 2018). De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC (2015) en el país, diariamente se producen aproximadamente 5 millones de litros de leche, esta gran cantidad se debe a que es un alimento esencial en la nutrición humana, ya que ofrece un aporte calórico importante, además de contener proteínas de alto valor biológico, grasas, vitaminas hidrosolubles, vitaminas liposolubles y un porcentaje muy importante de calcio y fósforo (Hernández, 2015).

Las personas tienen la necesidad de consumir alimentos de calidad, inocuidad y con propiedades nutricionales suficientes para tener una vida saludable (Hoyos & D'Agostini, 2017), por lo tanto, para que la leche cumpla con esas expectativas nutricionales debe cumplir con ciertos requisitos de calidad, como: su composición fisicoquímica, cualidades organolépticas y número de microorganismos presentes (Vargas, 2000), por lo cual, debe ser un producto de la secreción mamaria de bovinos sanos, obtenida por medio de ordeños higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción física o química (INEN, 2012).

Por lo cual, los antibióticos son considerados compuestos que no deben estar presentes en la leche cruda debido al riesgo e importancia que representa, pese a realizar esfuerzos para fomentar el uso responsable en ganadería de estos fármacos, la compra, venta indiscriminada y aplicación de estos fármacos sin ningún tipo de medida afecta directamente en la salud pública, pudiendo provocar una resistencia microbiana en personas y animales (Alves et al., 2020; Guamán 2019).

Este problema no solo se presenta a nivel local sino, también a nivel mundial, afectando la producción lechera en todo el mundo (Torsten & Joachine, 2010). Durante la producción, la leche puede sufrir alteraciones, ya sea por una mala manipulación, relacionados con factores ambientales y humanos, pudiendo causar contaminación con microorganismos, gérmenes patógenos, alteración fisicoquímica de sus componentes y añadidura de conservantes, adulterantes y neutralizantes, utilizados para retardar el desarrollo de bacterias, prolongar el tiempo de vida útil y la acidez, pudiendo representar un riesgo para la salud pública (Andrade et al, 2017).

Bogialli & Di Corcia (2009), mencionan que la presencia de residuos químicos, tales como los antibióticos y contaminantes en la leche es un tema que afecta directamente a la salud pública,

debido a las implicaciones que se presentan en la salud humana, tales como; resistencia a los antibióticos, reacciones alérgicas, hipersensibilidad y toxicidad aguda o crónica.

Un estudio realizado en la ciudad de Loja, demostró que existe la presencia de residuos de antibióticos en la leche cruda de varios mercados (Torres, 2018). Sin embargo, existe poca información relacionada a residuos y contaminantes en la leche que se comercializa, por tal motivo, se planteó la determinación de residuos químicos en la leche cruda comercializada en los mercados municipales de la ciudad de Loja y como objetivos específicos:

- Determinar residuos de betalactámicos, sulfamidas y tetraciclinas en leche cruda expendida en los mercados municipales de la ciudad de Loja.
- Determinar residuos de conservantes, neutralizantes y adulterantes en leche cruda expendida en los mercados municipales de la ciudad de Loja.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Valor nutricional e importancia de la leche.

La leche es un producto secretado por las hembras mamíferas, utilizado para alimentar sus crías durante los primeros periodos de vida, por lo tanto, debe ser un alimento íntegro y fresco obtenido mediante el ordeño óptimo de hembras bovinas con buena alimentación, sin presencia de calostro, con características físico químicas y bacteriológicas de acuerdo a los estándares de cada país (Madrid, 2017).

La leche es uno de los alimentos más nutricionales, es de gran interés para la industria lechera, quienes realizan diferentes procesos que ayudarán a la conservación de sus propiedades y cualidades nutritivas (Valdivia, 2017). Proporciona energía, también es una fuente de proteína de elevado valor biológico (Valera, 2018), tiene niveles elevados de calcio, magnesio, selenio y componentes como las vitaminas B12 y B5 (FAO, 2019), además, de estar constituida por ácidos grasos, como el ácido linoleico (AL), siendo un importante constituyente estructural para los reguladores metabólicos (Alvear et al, 2021).

#### 4.1.1. *Requisitos fisicoquímicos*

De acuerdo a la Agencia de regulación y control Fito y Zoosanitario, menciona que la leche debe ser un producto de la secreción natural de las glándulas mamarias, la cual se obtiene mediante el correcto ordeño de vacas sanas, sin presencia de calostro y libre de materias extrañas que alteren su naturaleza, con finalidad para el consumo humano, como forma natural o sus derivados (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), 2017).

Esta no debe ser sometida a ningún tratamiento térmico antes de llegar a un centro de acopio, manteniendo una temperatura inferior a 40°C, temperatura máxima que presenta la glándula mamaria, no debe presentarse ningún cambio desde que esta se haya extraído, contemplando una excepción en caso de aplicar enfriamiento para la conservación y su transporte (NTE INEN 9, 2012), además se considerada no apta para el consumo humano cuando proviene de un animal enfermo, cuando haya excedido los límites máximos de pesticidas y medicamentos veterinarios (Torres, 2018).

Por lo cual, las características higiénicas sanitarias de la leche están asociadas principalmente con el manejo del ganado, medidas profilácticas, manejo del ordeño, salud animal (Castro et al., 2021).

**Tabla 1.** *Requisitos físico químicos de la leche cruda.*

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Métodos de ensayo</b>
Betalactámicos	µg/l	-	5	AOAC - 988.08 16 Ed. Vol. 2
Tetraciclinas	µg/l	-	100	AOAC - 988.08 16 Ed. Vol. 2
Sulfamidas	µg/l	-	100	AOAC - 988.08 16 Ed. Vol. 2
Presencia de conservantes	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes	-	Negativo	-	NTE INEN 1500

**Fuente:** NTE INEN 9 (2012). *Leche cruda. Requisitos, 9-5.*

#### **4.2. Residuos de antibióticos en leche**

Al hablar de antibióticos hace referencia a sustancias que son obtenidas mediante la síntesis o naturalmente partiendo de los cultivos de microorganismos, modificando la estructura química de un agente que se obtuvo de manera natural, se puede elaborar agentes semisintéticos (Errecalde, 2004).

En el ganado vacuno se aplican antibióticos para la prevención o tratamiento de enfermedades infecciosas, aumento de producción lechera, mayor eficiencia alimenticia, promotor de crecimiento, mejoramiento de digestión, aumento del peso y mayor tasa de conversión alimenticia de los animales (Bacanli & Basaran, 2019).

Los antibióticos se reabsorben y se puede repartir a diferentes partes del organismo animal además se metabolizan para después ser excretados (Mera et al, 2017). Normalmente los antibióticos aplicados en los animales principalmente se excretan mediante la orina, saliva, leche, carne y en menor cantidad por las heces, por lo tanto, los alimentos derivados de los animales, pueden contener residuos de antibióticos (Onyinye et al, 2020). Representando una importante amenaza, debido a la asociación que posee con la toxicidad directa, reacciones alérgicas, alteración

de la microbiota intestinal normal, carcinogénesis y la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos (Almashhadany, 2021).

#### **4.2.1. Sulfamidas**

Las diversas gamas de aplicaciones y el tipo de enfermedades que se tratan con las sulfamidas, convirtiéndose en agentes sumamente importantes para la medicina veterinaria (OIE, 2019). Las sulfamidas en el ganado vacuno, son comúnmente utilizadas para la prevención o tratamiento de enfermedades como lo son las coccidiosis, mastitis, metritis, colibacilosis, poliartritis, infecciones respiratorias y toxoplasmosis, sin embargo, los residuos de estos antibióticos, puede desencadenar reacciones de hipersensibilidad, como exantemas, síndrome de Stevens-Johnson, vasculitis, anafilaxia, angioedema, cristaluria, oliguria y anuria en los seres humanos (Werth, 2020).

El tiempo de retiro de estos antibióticos para el ganado destinado a la producción de leche está en el rango de 2 a 3 días (Sumano & Ocampo, 2006). En la actualidad son considerados agentes microbianos veterinarios de importancia crítica (Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, 2019).

#### **4.2.2. Betalactámicos**

Los betalactámicos pertenecen al grupo de última línea de los antimicrobianos, como las penicilinas, cefalosporinas, carbapenemes, monobactams e inhibidores de penicilinasas, los cuales poseen un anillo betalactámico único, en el ganado vacuno, se aplica principalmente en enfermedades podales y mastitis, al consumir productos alimenticios con residuos de estos antibióticos, puede provocar hipersensibilidad, leucopenia, trombocitopenia broncoespasmos, anafilaxia y urticaria en la salud de las personas (Herrero & Olsen, 2020).

En el caso del tiempo de retiro de los betalactámicos se debe realizar en un rango de 3 a 5 días antes del consumo de la leche (Codex Alimentarius, 2018). En la actualidad son considerados agentes microbianos veterinarios de importancia elevada (OMSA, 2019).

#### **4.2.3. Tetraciclinas**

Las tetraciclinas pertenecen al grupo de antibióticos, que se producen por los actinomicetos *Streptomyces* spp., formulando varias sales artificialmente como la doxiciclina y minociclina, o de forma natural como clortetraciclina, oxitetraciclina y tetraciclina, el cual es usado regularmente para infecciones en humanos, animales (Sumano

& Ocampo, 2006). Este grupo comúnmente es utilizado para el tratamiento de numerosas enfermedades bacterianas y clamidiales (OIE, 2019).

En el caso del tiempo de retiro de las Tetraciclinas en ganado destinado a la producción lechera se debe realizar en el rango de 4 a 6 días para que la leche sea óptima para su consumo (Obregón, 2017), al ingerir alimentos con residuos de tetraciclinas se pueden desarrollar efectos a largo plazo, viéndose afectada la flora intestinal, ya que puede sufrir cambios e inhibiciones terapéuticas debido a la presencia de resistencia bacteriana (JECFA, 1990). En la actualidad son considerados agentes microbianos veterinarios de importancia crítica (OMSA, 2019).

### **4.3. Contaminantes químicos en la leche**

La leche posee varios componentes naturales que al ser sustraído un porcentaje o totalidad de estos o a su vez si se le añadieron componentes ajenos a la composición natural, afectan la salud humana o animal (Ávila et al, 2019). Adicionar componentes químicos en la leche es una práctica normalmente utilizada para extender el tiempo de conservación de la leche, neutralizando la acidez o alterando la acidificación normal de la leche, adulterando el producto destinado al consumo (Ortíz et al., 2017).

La leche no debe presentar trazas o residuo de ningún tipo de químicos, basándose en la resolución dispuesta por la Organización Mundial del Comercio, además, se debe tomar en cuenta que la leche para ser comercializada dentro del país esta debe estar dentro de los parámetros establecidos por la entidad reguladora de cada país (OMC, 2017).

#### **4.3.1. Conservantes**

A lo largo del tiempo, varias sustancias se han utilizado como conservantes de alimentos, y otras se han ido creando con el pasar de los años, con mejoras en la actividad en contra de diversos microorganismos, no obstante, la mayoría de estos significan un riesgo para la salud debido a que poseen una gran toxicidad para el ser humano (Fox & Camerón, 2004), sin embargo, los sectores de procesamiento de leche y proveedores, suelen agregar diferentes tipos de conservantes para prolongar la vida útil y eliminar el deterioro rápido que posee la leche debido a su alta caducidad (Azad et al., 2016).

##### **4.3.1.1. Peróxido de Hidrógeno**

El peróxido de hidrógeno, también llamado agua oxigenada o dioxigen, hace referencia a un compuesto químico que posee cualidad de un líquido alta

polaridad, fuertemente ligado con el Hidrógeno (Alnaizy, 2000), además son utilizados normalmente en la industria alimentaria para realizar la esterilización de equipos relacionados con la mezcla, el transporte y el envasado (Ivanova et al, 2019).

En la producción lechera, el peróxido de hidrógeno, es utilizado en la leche cruda, para encubrir la acidez que se presenta la leche contaminada, ya sea con diversas bacterias o afectando a microorganismos que benefician al desarrollo de los derivados, por tal motivo, en Ecuador, el uso de este conservante está totalmente prohibido por la NTE INEN 9 (Jurado et al, 2017).

#### **4.3.1.2. Formaldehído**

Es el primer miembro perteneciente a la serie de aldehídos, el formaldehído, naturalmente es un gas que permanece a temperatura ambiente, manteniendo un manejo limitado, normalmente es comercializado principalmente en manera de una solución acuosa, por lo cual, en la industria láctea se utiliza como un conservante debido a que posee una acción bacteriostática, inhibiendo el crecimiento antimicrobiano, en leches de baja calidad (Castro, 2002).

#### **4.3.2. Neutralizantes**

La leche cruda que presente sustancias extrañas ajenas como los neutralizantes no es apta para el consumo humano cuando las cantidades superen los límites establecidos en las normas. (INEN, 2012, pág. 1). Los neutralizantes son sustancias que alteran o controlan la acidez o la alcalinidad de los alimentos, en la industria láctea, se utilizan para ocultar el aumento de la acidez producido por la fermentación de la lactosa, además, saponifican la grasa, hidrolizan proteínas y alteran el punto crioscópico (Rosell & Dos Santos, 1952).

##### **4.3.2.1. Bicarbonato**

Es un compuesto sólido cristalino de un color blanquecino, este es muy soluble en agua y en el caso del alcohol es insoluble, es de un sabor alcalino, en el aire seco se comporta de una manera estable, sin embargo, al contactar al aire húmedo se descompone, se lo puede identificar en la naturaleza como un mineral o se lo puede realizar de manera artificial, debido a que posee una capacidad de aumentar el CO<sub>2</sub> (Solvais, 2018).

El bicarbonato de sodio normalmente en la producción lechera es utilizado como neutralizante, el cual ayuda a controlar la acidez en la leche. Altas concentraciones de carbonatos o bicarbonatos en el cuerpo humano pueden interrumpir las señales hormonales que regulan el desarrollo y la reproducción (Ross et al., 2017).

#### **4.3.3. Adulterantes**

La leche es un alimento fundamental en la dieta de las personas, por lo cual, está más expuesta a cambios o adulteraciones, por parte de la industria láctea (Salazar, 2020). Normalmente los adulterantes son adicionados con el objetivo específico de enmascarar u ocultar los altos valores de ácido láctico presentes en el contenido de la leche cruda, resultado de una deficiente limpieza e higiene del producto en el proceso productivo (Andrade et al., 2017). Los adulterantes aplicados en la leche no solo es un problema económico, sino que afecta directamente a la salud de los consumidores (Azad & Ahmed, 2016). Por lo cual la adulteración de los alimentos se ha convertido en una práctica comúnmente aplicada en el sector de procesamiento y comercialización, resultando en un tema de gran preocupación a nivel mundial (Moonajilin et al., 2018).

##### **4.3.3.1. Almidones**

En la producción lechera, los almidones son agregados a la leche cruda para ocultar el contenido de sólidos no grasos, enmascara cuando a la leche se le agrega una cantidad considerable de agua, además de ser utilizados para poder mantener la densidad permitida de la misma (Botina et al., 2013), sin embargo, algunos adicionan maicena como alternativa, desafortunadamente este químico utilizado para la adulteración de la leche es de fácil detección (Luje, 2021).

##### **4.3.3.2. Colorantes**

La utilización de los colorantes como adulterante en leche se debe a que otorga una coloración amarillenta a la leche, debido a que la leche adulterada tiende a perder su coloración natural, tomando un color más blanquecino de lo normal, (NTE INEN 1500, 2011), además, de presentar una adulteración en el valor nutricional de la leche, cambiando su composición olor, sabor y color antes mencionado (Salguero, 2019).

#### **4.3.3.3. Glucosa y Maltodextrina.**

La glucosa y Maltodextrina son sustancias que se utilizan en la producción lechera como azúcar artificial para agregar comúnmente a la leche cruda, además que aumenta la densidad y enmascara el efecto de la dilución con agua (Kamthania et al.,2014; Shabir et al., 2014).

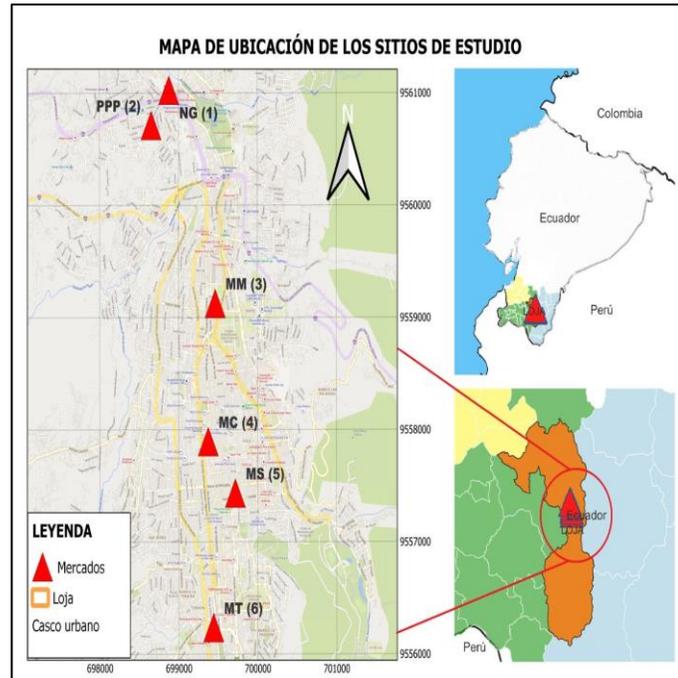
## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

La investigación se realizó tomando muestras de leche en los diferentes mercados municipales de la ciudad de Loja: (1) Mercado Municipal Nueva Granada - Las Pitas, (2) Mercado Pequeño Productor Pitas II, (3) Mercado Gran Colombia, (4) Mercado Centro Comercial Loja, (5) Mercado San Sebastián y (6) Mercado la Tebaida.

La ciudad de Loja se encuentra ubicada al sur del Ecuador, presenta una altitud de 2.069 m.s.n.m, entre las latitudes 03°19'49" y 04°45'00", posee una superficie aproximada de 10.790 km<sup>2</sup> y presenta una temperatura entre los 13 y 24 °C.

**Figura 1.** Ubicación geográfica de los Mercados municipales de la ciudad de Loja.



### 5.2. Procedimiento

#### 5.2.1. Enfoque metodológico

La investigación posee un enfoque metodológico cuantitativo, siguiendo un procedimiento científico, mediante el uso de técnicas para recolectar los datos obtenidos.

### 5.2.2. Diseño de la investigación

La investigación tuvo un diseño observacional, descriptivo, transversal donde se determinó la presencia de residuos químicos como antibióticos, conservantes, neutralizantes y adulterantes en muestras de leche de los diferentes mercados municipales de Loja.

### 5.2.3. Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, fueron parte de este estudio todos lugares de expendio de leche distribuidos en los 6 mercados municipales de Loja, dando un total de 48 muestras de leche cruda en dos periodos de tiempo.

**Tabla 2.** Número de muestras de los distintos mercados municipales de Loja.

N	Mercados	Periodo 1	Periodo 2
1	Municipal Nueva Granada	2	2
2	Pequeño Productor Pitas II	2	2
3	Gran Colombia	6	6
4	Centro Comercial Loja	8	8
5	San Sebastián	4	4
6	La Tebaida	2	2
<b>Total</b>		48	

### 5.2.4. Variables de estudio

- **Residuos de antibióticos:** Betalactámicos, Sulfamidas y Tetraciclinas
- **Residuos de Conservantes:** Peróxido de Hidrógeno
- **Residuos de Neutralizantes:** Urea
- **Residuos de Adulterantes:** Glucosa y Maltodextrina

### 5.2.5. Métodos y Técnicas

**Muestreo:** La toma de muestras, fue realizada basada en la normativa INEN 4, por lo cual, las muestras se transportaron al Laboratorio de Diagnóstico Veterinario a una temperatura no menor de 0°C ni mayor de 10°C, utilizando un cooler con gel refrigerante hasta su procesamiento.

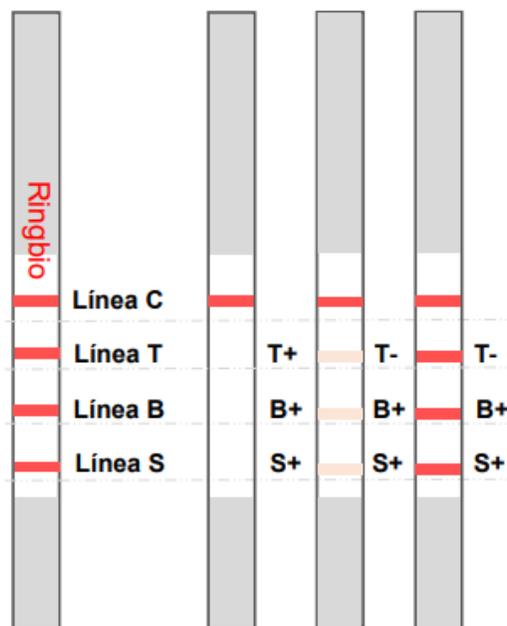
### a. Análisis de las muestras para Residuos de Antibióticos:

Para la detección de residuos de antibióticos en leche se utilizó el test rápido de inmunoensayo enzimático RingBio, estas enzimas actúan sobre los analitos (S+B+T) identificando fácilmente estas sustancias cambiando de color al estar presentes en la leche y se realizó de la siguiente manera:

1. En un envase estéril, se colocó 25 ml de la muestra de leche cruda.
2. Se tomó 200 µl de leche con la pipeta, y se procedió a colocar en el micropozo.
3. Se aspiró de arriba y abajo por 5 veces, mezclando bien la muestra con el reactivo.
4. Se colocó la tira reactiva en la muestra de leche en el micropozo.
5. Se esperó 3 minutos, hasta que las líneas de los diferentes antibióticos tomaron color.
6. Se retiró la tira reactiva de la leche y comprobamos.

En caso de la detección de residuos de antibióticos, si la muestra es positiva, las líneas de los diferentes antibióticos, tomaron un color lila claro como el color de la línea de control, en el caso de que la muestra sea negativa, las líneas de los diferentes antibióticos tomarán un color lila más intenso que el de la línea control.

**Figura 2.** Lectura de las tiras reactivas del Kit RingBio.



**Fuente:** Ring Biotechnology Co Ltd.

### **b. Análisis de las muestras para Residuos de Conservantes, Neutralizantes y Adulterantes.**

Para la detección de residuos de conservantes se utilizó el Kit Milk Security Test la cual, es una tira reactiva que cambia de color al detectar la sustancia del contaminante por modificación de la estructura siendo una técnica colorimétrica y se realizó de la siguiente manera:

1. En un envase estéril, se colocó 25 ml en la muestra de leche cruda.
2. Se colocó la tira reactiva en la muestra de leche de 25 ml.
3. Se retiró la tira reactiva de la leche después de 30 segundos.
4. Se esperó 60 segundos y se comparó las áreas de indicación de la tira reactiva con la escala de colores en la etiqueta del kit.

En el caso de la detección de residuos de conservantes, neutralizantes y adulterantes se colocó la tira reactiva en la leche, la muestra positiva cambió de colores y se observó con las áreas de indicación del Milk Security Test.

### **5.3. Procesamiento y análisis de la información**

Se presentaron las variables de forma descriptiva, se usaron medidas de tendencia central y dispersión para variables numéricas y frecuencias absolutas y relativas para variables categóricas.

### **5.4. Consideraciones éticas**

El estudio fue de tipo observacional, por lo que no se realizó ninguna intervención o administración de un producto o fármaco en las muestras de estudio. Además, se utilizó muestras de leche, por tanto, no existió riesgos o alteraciones en la salud y bienestar de los animales.

## 6. Resultados

El total de las muestras de leche cruda tomadas en los 6 diferentes mercados municipales de la ciudad de Loja en el periodo de noviembre 2022, dos muestras fueron positivas para betalactámicos, es decir un 8,33% de 24, así mismo, el total de muestras fueron negativas para sulfamidas y tetraciclinas.

**Tabla 3.** Residuos de antibióticos en muestras de leche cruda en los mercados de Loja del primer periodo.

<b>Residuos de Antibióticos</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Betalactámicos</b>		
Positivo	2	8,33
Negativo	22	91,67
<b>Sulfamidas</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100
<b>Tetraciclinas</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100

Del total de muestras de leche cruda tomadas en los 6 diferentes mercados municipales de la ciudad de Loja, en el segundo periodo, se obtuvo el 100% de muestras negativas para residuos de antibióticos, tanto para betalactámicos, sulfamidas y tetraciclinas.

**Tabla 4.** Residuos de antibióticos en muestras de leche cruda en los mercados de Loja del segundo periodo.

<b>Residuos de antibióticos</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Betalactámicos</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100
<b>Sulfamidas</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100
<b>Tetraciclinas</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100

En el primer periodo de muestreo de noviembre 2022 de los 6 mercados municipales de Loja, el resultado para los residuos de contaminantes, todas las muestras fueron negativas tanto para conservantes, neutralizantes y adulterantes.

**Tabla 5.** Residuos de contaminantes en muestras de leche cruda en los mercados de Loja en expendios formales.

<b>Residuos de Contaminantes</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Conservantes</b>		
<b>Peróxido de Hidrógeno</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100

<b>Residuos de Contaminantes</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Neutralizantes</b>		
<b>Urea</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100
<b>Adulterantes</b>		
<b>Glucosa</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100
<b>Maltodextrina</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100

Para la determinación de residuos de contaminantes en el segundo periodo de muestreo de los 6 diferentes mercados municipales de la ciudad de Loja, 4 muestras fueron positivas para adulterantes, tanto para glucosa y maltodextrina que corresponden al 16,66% del total de las muestras y para conservantes y neutralizantes las 24 muestras fueron negativas. Las 4 muestras positivas corresponden al mercado Nueva Granada (MNG), mercado Pequeño Productor (MPP) y en el mercado Central (MC).

**Tabla 6.** *Residuos de contaminantes en muestras de leche cruda en los mercados de Loja del segundo periodo.*

<b>Residuos de Contaminantes</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Conservantes</b>		
<b>Peróxido de Hidrógeno</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100

<b>Residuos de contaminantes</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Neutralizantes</b>		
<b>Urea</b>		
Positivo	0	0
Negativo	24	100
<b>Adulterantes</b>		
<b>Glucosa</b>		
Positivo	4	16,66
Negativo	20	83,34
<b>Maltodextrina</b>		
Positivo	4	16,66
Negativo	20	83,34

## 7. Discusión

En esta investigación se encontraron muestras positivas para residuos de antibióticos siendo identificados como betalactámicos, representando el 8,33% del total de las muestras, los resultados positivos corresponden al mercado Nueva Granada (MNG). Otros estudios realizados en Ecuador también evidencian la presencia de antibióticos, de igual manera, Caracundo (2019) detectó 26 % de presencia de residuos de antibióticos, betalactámicos en un 87,18%; 10,26% tetraciclinas y 2,56% sulfamidas, de un total de 150 muestras de leche cruda del cantón Cuenca. Por otro lado, Duy (2020) Determinó presencia de residuos antibióticos en el 61% de 210 muestras de leche cruda, en la provincia de Cañar, demostrando el 30% de betalactámicos; 22% tetraciclinas y 48% sulfamidas.

Una investigación en la provincia del Azuay donde se recolectó 552 muestras de leche cruda en los cantones de Girón y San Fernando, resultaron positivas en un 10,51 % para residuos de antibióticos, los betalactámicos representaron un 80%, 0% tetraciclinas y 20% sulfamidas de las muestras totales (Carrasco, 2018). También en Biblián en un estudio en la provincia del Cañar, se obtuvo como resultado un 19% de residuos de antibióticos, que corresponden a un 65 % de residuos de betalactámicos y 35 % de Aminoglucósidos de 141,300 litros correspondientes a 10 centros de acopio (Ortíz, 2014), además, (Torres, 2018) menciona que en 4 mercados de la ciudad de Loja se recolectó 68 muestras de leche cruda, donde se obtuvo un 7% de muestras positivas para residuos de antibióticos, los betalactámicos representaron un 100%; 0% tetraciclinas; 0% sulfamidas, obteniendo valores similares a la presente investigación.

En la mayoría de estos estudios mencionados, en distintos lugares del país, evidencian que los betalactámicos son el grupo de antibióticos probablemente más utilizados en la ganadería destinada a la industria láctea, el grupo de las tetraciclinas se presentan con menos frecuencia y la presencia de sulfamidas es casi nula en la leche cruda.

La leche contaminada, debería ser rechazada desde los centros de acopio, debido a que contamina aquella de buena calidad, por lo cual se deben aplicar medidas, protocolos y buenas prácticas de manejo para evitar cualquier tipo de contaminación en la leche (Bautista, 2019), Una vez decomisada la leche no apta para el consumo humano, se considera un desecho líquido no peligroso derivado de la industria láctea, proponiendo tres posibles acciones posteriores para el manejo de la leche, pudiendo, realizar la entrega a un gestor ambiental calificado, entrega a plantas

de producción de abonos en finca o entrega a plantas de tratamiento de residuos líquidos municipales competentes (AGROCALIDAD, 2013).

Sin embargo, existen otras investigaciones en leche cruda analizada en centros de acopio directamente en empresas procesadoras de lácteos en Cotopaxi, donde no se evidencian residuos de antibióticos en 420 muestras (Guevara et al., 2019). Por otro lado, Salguero en el 2019 en el cantón Cayambe, recolectó 132 muestras de leche cruda de un centro de acopio de pequeños productores y haciendas con mayor tecnificación, reportando también ausencia de residuos.

Esto podría indicar que en algunas ganaderías extensivas si se cumple la normativa en relación al seguimiento de los programas de antibióticos, cumplimientos directrices sobre el uso prudente de los mismos, así, minimizando la propagación de la resistencia a los antimicrobianos (Kumar & Gupta, 2018).

En otros países, se evidenciaron datos similares sobre la presencia de residuos de antibióticos en leche cruda, como es en el caso de Aguilar (2020) en Perú realizó un estudio en 20 muestras de leche cruda de vaca de 10 mercados de Tacna, donde el 30 % dieron positivas para residuos de antibióticos, los betalactámicos representaron un 33,3% del total de las muestras, un 66,6% de residuos de Tetraciclinas y un 0 % de residuos de sulfamidas. Además, otro estudio en la ciudad de Cajamarca, también logró evidenciar presencia de antibióticos en leche cruda en una planta acopiadora y elaboradora de derivados lácteos, donde se obtuvo un porcentaje de 0,08%, de los cuales el 84,6% dieron positivo a betalactámicos, un 15,4% a Tetraciclinas, 0% residuos de sulfamidas (Pita & Rojas, 2018).

En esta investigación se encontró que el grupo de los betalactámicos, probablemente son los más utilizados en la industria lechera, debido a que la enfermedad de la mastitis tiene mayor prevalencia en los hatos lecheros, y normalmente se utiliza penicilina o cefalosporinas para el tratamiento de la misma (Acebo, 2004).

La contaminación con fármacos de uso veterinario podría ser un indicador de las malas prácticas del manejo de leche según Arrieta (2019). El lavado de la ubre, secado individual y sellado de cuartos mamarios de la manera incorrecta, puede presentar la mastitis, en consecuencia, el uso de los antibióticos (Cuenca et al, 2021), por lo cual, la falta de conocimiento sobre la producción sanitaria de leche, contaminación de la superficie de la ubre y el uso de utensilios de ordeño sucios serían algunos de los factores que contribuyen a la mala calidad higiénica de la leche producida (Oladipo *et al*, 2016).

Además, el no respetar el tiempo de retiro declarado por el fabricante del fármaco (Peñañiel & Hidrovo, 2021) puede incrementar el riesgo para la salud pública, siendo uno de los más importantes la transferencia de bacterias resistentes a los antibióticos a los humanos (Bacanli & Basaran 2019).

En el caso de los contaminantes presentes en la leche cruda comercializada en los mercados locales de Loja se encontraron muestras positivas siendo identificados como adulterantes; glucosa y maltodextrina. En el Ecuador se han realizado algunos estudios similares acerca de los contaminantes en leche cruda, (Salguero 2019) en el Cantón Cayambe determinó la presencia de neutralizantes en 1 muestra de leche cruda representando el 0.75% del total de 132 muestras analizadas. Otro estudio en la provincia del Cañar también logró evidenciar presencia de peróxido de hidrógeno en 8 muestras representando el 1.7% del total de 475 muestras analizadas (Andrade et al., 2017).

(Guzmán 2023) menciona que tuvo hallazgos en su estudio, acerca de la presencia de contaminantes en leche cruda entre los años 2010 y 2020 en Ecuador, siendo muy evidente y representando una situación preocupante para los productores, consumidores y organismos reguladores.

En otros países también se han detectado adulteración en la leche. Un estudio realizado en dos localidades de Sucre, Colombia, donde se analizaron 97 muestras de leche cruda que son destinadas para consumo humano directo en barrios de Sincelejo y Corozal, se determinó que el 0.5% de las muestras fueron positivas para glucosa (Arrieta *et al*, 2019). En otro estudio realizado en la India, por Nirwal, Pant y Rai (2013), en 100 muestras de leche, reportaron un 80% de las muestras positivas para Glucosa. Además, en Jalisco México en 10 centros de acopio de leche cruda, que existieron 12 muestras positivas para peróxido de hidrógeno, significando 10% de las 120 muestras analizadas (Pérez *et alt*, 2019).

La glucosa y Maltodextrina se utiliza en la producción lechera para agregar comúnmente a la leche cruda para aumentar la densidad y enmascarar el efecto de la dilución con agua (Kamthania et al.,2014; Shabir et al., 2014), en el caso del peróxido de hidrógeno, comúnmente se utilizan en la industria alimentaria para la esterilización de equipos relacionados con la mezcla, el transporte y el envasado, sin embargo, también es adicionado para enmascarar la acidez de leche contaminada con bacterias, además, el ganadero mediante la adición de estos

compuestos pretendiendo disminuir el costo de producción, alargar la vida útil de la leche, por lo cual, la adulteración de la leche cruda sigue siendo frecuente (Ivanova *et al*, 2019).

## **8. Conclusiones**

- Se determinó la presencia de residuos de betalactámicos en leche cruda correspondiente al mercado Nueva Granada.
- Se evidenció presencia de adulterantes como glucosa y maltodextrina en leche cruda expendida en los mercados Nueva Granada, Pequeño Productor y Central.
- Existe presencia de residuos químicos en la leche cruda que se expende en los mercados municipales de la ciudad de Loja.

## **9. Recomendaciones**

- Realizar estudios con un mayor número de muestras en todos los lugares de venta de leche cruda en la ciudad de Loja.
- Investigar todos los lugares de expendio de leche cruda para consumo directo de la población lojana.
- Efectuar un estudio de trazabilidad para conocer la procedencia de la leche cruda en toda la cadena de producción que se comercializa en la ciudad de Loja.

## 10. Bibliografía

Acebo, V. (2004). Mastitis: afecta la producción y la calidad de la leche. Obtenido de Intervet, Ecuador.: [http://intervet.com.ec/binaries163\\_74032.doc](http://intervet.com.ec/binaries163_74032.doc).

AGROCALIDAD. (7 de noviembre de 2017). Manual de Leche. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Manual-de-Leche-DAJ-2013461-0201.0213.pdf>

AGROCALIDAD. (2013). Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda. Obtenido de: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/leche1.pdf>

Aguilar Quiroz, L. R. (2020). Residuos de antibióticos en leche cruda de vaca comercializada y su relación con las características fisicoquímicas en el Distrito de Tacna, 2019.

Alnaizy, A. (2000). Advanced Oxidation of Phenolic Compounds. *Advances in Environmental Research*, [Elsevier](#). 4, 233–244

Alves, J., Silva, C., Leão, V., Leão, M., Nicolau, E, & Silva, A. (2020). Residues of antibiotics in milk: Persistence and quality interference. *Canadian Journal of Animal Science*, 100(1), 93-101. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0224>

Alvear, D., Guerrero, J., Bonifaz, N., & Noriega, P. (2021). Calidad composicional y concentración de ácidos grasos omega-3 (alfa-linolénico) y omega-6 (linoleico) presentes en leche bovina de tres regiones naturales del Ecuador. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 68(2), 150-169.

Andrade, O., Ayala, L., Nieto, P., Pesántez, J., Rodas, R., Vázquez, J., & Palacios, M. (2017). Determinación de adulterantes en leche cruda de vaca en centros de acopio, medios de transporte y ganaderías de la provincia del Cañar, Ecuador. *Maskana*, 8, 133-135.

- Andrade, O., Ayala, L., Nieto, P., Pesántez, J., Rodas, R., Vázquez, J., & Palacios, M. (2017). Determinación de adulterantes en leche cruda de vaca en centros de acopio, medios de transporte y ganaderías de la provincia del Cañar, Ecuador. *Maskana*, 8, 133-135.
- Arrieta, B., Gomezcaceres, P., Albis, F., Calderón, A., & Rodríguez, R. (2019). Calidad de la leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre, 46 Colombia. *Rev MVZ Córdoba.*; 24(3):7355-7361.
- Avila, S., & Gutiérrez, A. (2019). *Producción de leche con Ganado Bovino*. México D.F: Manual Moderno S.A
- Azad, T., & Ahmed, S (2016). Adulteración común de la leche y sus técnicas de detección. *Int J Contaminación de alimentos*;3(1):1–9. <https://doi.org/10.1186/s40550-016-0045-3>.
- Bacanli, M., & Basaran, N. (2019). Importance of antibiotic residues in animal food. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 125, 462–466.
- Bautista, B. (2020). Propuesta de buenas prácticas de Laboratorio para el Control de Calidad de Leche Cruda en el Centro de Acopio AAPEDESPA–Cantón Pedro Moncayo (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).
- Bacanli, M., & Başaran, N. (2019). Importance of antibiotic residues in animal food. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 125, 462–466.
- Bogialli, S., & Di Corcia, A. (2009). Recent applications of liquid chromatography–mass spectrometry to residue analysis of antimicrobials in food of animal origin. *Anal. Bioanal. Chem.*, 395, 947-966.
- Botina, E., & Ortiz, D. (2013). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, composicional y microbiológica de la leche cruda comercializada en el corregimiento de Catambuco*. Universidad de Nariño.

- Caracundo, E. (2019). Determinación de antibióticos betalactámicos y tetraciclinas en la leche cruda comercializada. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Carrasco, F. (2018). *Gestión del riesgo por presencia de residuos de antibióticos en leche cruda* (Master 's thesis, Universidad del Azuay).
- Castro, M., De Sousa Oliveira, D., Dos Santos, R., Do Nascimento, P., Silveira, M., Vega, H., & De Vasconcelos, A. (2021). Understanding the dairy production systems in rural settlements in the Brazilian semi-arid region: characterization, typology, and holistic perception. *Tropical Animal Health and Production*, 53(4), 417.
- Codex Alimentarius, (2018). Maximum residue limits (mrls) and risk management recommendations (rmrs) for residues of veterinary drugs in foods, CX/MRL 2.
- Cuenca, M., García, D., Reinoso, L., González, J., & Torracchi, J. (2021). Detección de mastitis subclínica bovina y factores asociados, en fincas lecheras de la Provincia del Cañar–Biblián, Ecuador. *Revista Científica FCV-LUZ*, 31, 93-97.
- Cruz, G., Diaz, P., Bonifaz, N. (2018). Gestión de la Calidad de la Leche de Pequeños y Medianos Ganaderos de Centros de Acopio y Queserías Artesanales, para la Mejora Continua. Estudio de Caso: Carchi, Ecuador. 27, 124–136.
- Duy, J. (2020). Determinación de antibióticos betalactámicos, tetraciclinas y sulfamidas en la leche cruda de pequeños productores (Bachelor's thesis).  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19195>
- Errecalde, J. (2004) Uso De Antimicrobianos En Animales De Consumo, incidencia del desarrollo de resistencias en salud pública, Argentina: Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata
- Fox B., & Camerón, A (2004). Ciencia de los alimentos (nutrición y salud). Editorial Limusa
- Guamán, E. (2019). *Determinación de antibióticos betalactámicos y tetraciclinas en la leche cruda comercializada*. Universidad Politécnica Salesiana.

- Guevara, D., Montero, M., Valle, L., & Avilés, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 247-255. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15679>
- Guzmán, E. (2023). *Revisión sistemática de literatura y meta-análisis de contaminantes presentes en la leche cruda de diferentes regiones de Ecuador, entre los años 2010 y 2020* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Hernández, M. (2015). Documento de consenso: importancia nutricional y metabólica de la Nutrición Hospitalaria, 1, 92-101. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8253>
- Hemme, T., & Otte, J. (2010). *Status and prospects for smallholder milk production: a global perspective*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Herrero, A., & Olsen, J. (2020). Effect of ampicillin, cephalexin, ceftiofur and tetracycline treatment on selection of resistant coliforms in a swine fecal microcosmos. *Journal of applied microbiology*, 129(5), 1238–1247.
- Hoyos, C., & D'Agostini, A. (2017). «Segurança alimentar e soberania alimentar: convergências e divergências». En: *Revista NERA* 35, 174-198.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). Leche cruda. Requisitos. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>
- Ivanova, A., Merkulova, A., Andreev, S., y Sakharov, K. (2019). Method for determination of hydrogen peroxide in adulterated milk using high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*, 283, 431–436.
- JECFA. (1990). Evaluation of certain veterinary drug residues in food. WHO Technical Report Series No. 799. En FAO/WHO. Geneve: FAO.
- Jurado, S., Morales, S., Núñez, L., De La Torre, D., Aragón, E., & Puga, B. (2017). Determinación del tiempo de eliminación del peróxido de hidrógeno en cinco concentraciones en leche cruda. *Ecuador es calidad*, 4(2).

- Kamthania, M., Saxena, J., Saxena, K., & Sharma, D. (2014). Milk Adulteration: Methods of Detection Remedial Measures. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 15-19.
- King D, Sobhanifar S, Strynadka N. (2017). The Mechanisms of Resistance to  $\beta$ -Lactam Antibiotics. In: Gotte M, Berghuis A, Matlashewski G, Wainberg M, Sheppard D, editores. *Handbook of Antimicrobial Resistance*. New York: Springer Science, p. 177-95.
- Kumar, V., & Gupta, J. (2018). Prevailing practices in the use of antibiotics by dairy farmers in the Eastern Haryana region of India. *Veterinary World*, 11(3), 274-280.  
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.274-280>
- Luje, D. (2021). *Determinación de la calidad y detección de residuos antibióticos en leche cruda de bovino comercializada informalmente en el distrito 9 del cantón Quito* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Madrid, V. (2017). *Formación Profesional en Industrias Lácteas*. Madrid: AMV.
- Moonajilin, S., Islam, S., & Ratna, P. (2018). A study on milk adulteration of Savar Upazila in Bangladesh. *Int J Community Med Public Health*; 5(11):4670–5;
- Nirwal, S., Pant, R., & Rai, N. (2013). Analysis of Milk Quality, Adulteration and Mastitis in Milk Samples Collected from different Regions of Dehradun. *Int. J. of PharmTech Res*, 5(2), 359-364.
- NTE INEN 1500. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana 1500*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.1500.2011/page/n1>
- Obregón, M. (2017). Presencia de Residuos de Antibióticos y su Relación con las Propiedades Físicoquímicas de la Leche Fresca de los Comités del Programa del vaso de Leche de los Distritos de San Jerónimo y Andahuaylas.
- Oladipo, I., Tona, G., Akinlabi, E., & Bosede, O. (2016). Bacteriological quality of raw cow's milk from different dairy farms in Ogbomoso, Nigeria. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences* 3: 1-6.

Onyinye, I., Ezenduka, E., & Anaelom, N. (2020). Screening for tylosin and other antimicrobial residues in fresh and fermented (nono) cow milk in Delta state, South-South, Nigeria. *Veterinary world*, 13(3), 458–464.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Producción lechera. Obtenido de <http://www.fao.org/dairy-productionproducts/production/es/>

Ortíz, M., Rosales, C., Aguilar, Y., Murillo, Y., Serpa, G., Paguay, T., & Coronel, G. (2017). Estudio exploratorio sobre la presencia de contaminantes en leche cruda proveniente de la cuenca lechera del Tarqui de la Sierra Sur Ecuatoriana. *Maskana*, 8(1), 121-127.

Peñañiel, K., & Hidrovo, L. (2021). Determinación de residuos de antibióticos en muestras de tejido de origen bovino comercializadas en el Mercado Central de Guayaquil (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).

Pérez, M., Landeros, P., Gómez, Z., González D., Real, M., Medina, M., & Orozco, R. (2019). Incidencia de adulterantes en leches cruda y pasteurizada en el estado de jalisco, México. *e-cucba*, (12), 15-28.

Pita, M., & Rojas, S. (2018). Determinación de residuos de antibióticos en leche cruda en ganaderías de la ciudad de Cajamarca. *Revista Caxamarca*, 17(1-2).

Rosell, J & Dos Santos, I. (1952). Métodos analíticos de laboratorio lactológico. Primer tomo. Editorial Labor. Barcelona, España. 895 pp

Ross, A., Collier, R. & Preddy, V. (2017). Nutrients in dairy and their implications for health and disease. San Diego: Elsevier.

Salazar, J. (2020). Análisis de adulterantes en la leche cruda. Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud. Machala. Universidad Técnica de Machala.

Salguero, J. (2019). Calidad de leche cruda de pequeños productores del Cantón Cayambe, por análisis físico químicos y ensayos cualitativos (Bachelor 's thesis, Quito: UCE).

Shabir,G., Khaskheli, M.,Hussain, A., & Nizamani,Z.(2014). Extent of extraneous water and detection of various adulterants in market milk at Mirpurkhas, Pakistan. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*,7 (3), 83-89.

Solvais, C. (2018). *Bicarbonato de sodio*. Perú. Disponible en:  
<http://iio.ens.uabc.mx/hojasseguridad/Bicarbonato%20de%20sodio.pdf>

Sumano H., & Ocampo, L. (2006). *Farmacología Veterinaria*. 3ra ed. MacGraw-Hill Interamericana, México D.F., México, Pp 481-482.

Torres, J. (2018). Determinación de la presencia de residuos antibióticos en leche cruda para el consumo en la ciudad de Loja. Loja: Universidad Nacional de Loja.

Valdivia, J. (2017). Cambios fisicoquímicos, sensoriales y nutricionales, debido a la evaporación de la leche fresca entera.

Varela, G. (2018). La leche como vehículo de salud para la población. *Nutrición Hospitalaria*, 35(SPE6), 49-53.

Vargas, T. (2000). Calidad de la leche: Visión de la industria láctea. In X Congreso Venezolano de Zootecnia. Guanare. Volumen de Memorias de Conferencias (pp. 297-302).

Werth, B. (2020). *Manual MSD Pharm D*. University of Washington School of Pharmacy. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/esec/professional/enfermedades-infecciosas/bacterias-y-f%C3%A1rmacosantibacterianos/sulfamidas>.

## 11. Anexos

**Anexo 1.** *Muestras de leche analizadas.*



**Anexo 2.** *Kit RingBio, utilizado para residuos de antibióticos.*



**Anexo 3.** *Aplicación del Kit RingBio.*



**Anexo 4.** *Kit Milk Security Test, utilizado para residuos de contaminantes.*



**Anexo 5. Aplicación del Kit Milk Security Test.**



**Anexo 6. Comparación de las áreas de indicación de la tira reactiva con escala de colores en la etiqueta, Kit Milk Security Test.**

	<b>NEUTRALIZERS</b> (%) 120s	0	0,03	0,06	$\geq 0,1$
	<b>HYDROGEN PEROXIDE</b> (%) 80s	0	0,0075	0,0015	$\geq 0,025$
	<b>UREA</b> (%) 90s	0	0,07	$\geq 0,12$	
	<b>UREA &amp; NEUTRALIZERS</b> (%) 90s	0	0,07	$\geq 0,12$	

**Anexo 7. Certificado de traducción del resumen en inglés.**

*English Speak Up Center*

Nosotros "English Speak Up Center"

CERTIFICAMOS que

La traducción del resumen de tesis "DETERMINACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS EN LECHE CRUDA COMERCIALIZADA EN MERCADOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE LOJA." documento adjunto solicitado por el señor Jhon Edward Carrión Ramón con cédula de ciudadanía número 1104463904 ha sido realizada por el Centro Particular de Enseñanza de Idiomas "English Speak Up Center"

Esta es una traducción textual del documento adjunto. El traductor es competente y autorizado para realizar traducciones.

Loja, 24 de mayo de 2023

*Elizabeth Sanchez Burneo*  
Mg. Sc. Elizabeth Sánchez Burneo  
DIRECTORA ACADÉMICA

DIRECCIÓN: SUCRE 207-46 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RÍOFRÍO TELÉFONO: 099 5263 264