

**PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA
LECHE CRUDA DE CABRA COMERCIALIZADA EN BOGOTÁ**

David Leonardo Montilla Cubillos

Laura María Ariza Guataquira

Universidad Antonio Nariño Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede Circunvalar, Bogotá, Colombia

Año 2021

**PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA
LECHE CRUDA DE CABRA COMERCIALIZADA EN BOGOTÁ**



David Leonardo Montilla Cubillos

Laura María Ariza Guataquira

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Médico
Veterinario**

Director

Dr. Johann Franco

**PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA
LECHE CRUDA DE CABRA COMERCIALIZADA EN BOGOTÁ**

David Leonardo Montilla Cubillos

Laura María Ariza Guataquira

TRABAJO DE GRADO APROBADO

Jurado 1: Dr. Francisco Javier Vargas

Jurado 2: Dr. Yuly Elien Bernal Rosas

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presenta una propuesta de protocolo para la evaluación de la calidad higiénica de leche caprina cruda, diseñado para su potencial aplicación en la ciudad de Bogotá, Colombia. Observaciones de campo sobre el comercio de leche cruda de cabra en el barrio 20 de Julio de Bogotá y el municipio Los Rosales, Cundinamarca, en el año 2020, junto con una investigación de carácter cualitativo basada en la recopilación y consulta de fuentes primarias y secundarias, motivaron la elaboración de la siguiente propuesta de protocolo. Adicionalmente, se espera contribuir al desarrollo de políticas públicas de salubridad (hasta ahora inexistentes en el país) que reglamenten la comercialización y consumo de leche cruda de cabra en la ciudad.

La finalidad de la elaboración este protocolo será facilitar la determinación del estado sanitario de una muestra de leche cruda de cabra para asegurar la comercialización de un producto inocuo para consumo humano. Las competencias establecidas en la Ley 1122 de 2007 (artículo 34, literales *b* y *c*) para la IVC de la inocuidad de la cadena alimentaria en el sector salud se deben implementar, según el INVIMA, en todos los establecimientos de procesamiento de alimentos, las plantas de beneficio de animales, centros de acopio de leche, plantas de procesamiento de leche, el transporte asociado a estas actividades, y la importación y exportación de alimentos. La vigilancia se concentra en tres ejes fundamentales: I) fábricas de alimentos; II) Sitios de control de primera barrera y III) Plantas de beneficio de animales de abasto público.

En Colombia, la venta y consumo de leche de cabra cruda se han convertido en una actividad comercial menor e incluso en un atractivo turístico local, llevado a cabo sin reparo en las pruebas necesarias para asegurar la sanidad de esta leche.

Palabras clave: leche de cabra, protocolo de evaluación, higiene, salud pública.

ABSTRACT

The following work presents a proposed protocol for the evaluation of the hygienic quality of raw goat milk, designed for its potential application in the city of Bogotá, Colombia. Field observations on the raw goat milk trade in the 20 de Julio neighborhood of Bogotá and the Los Rosales municipality in Cundinamarca, in 2020, together with qualitative research based on the collection and consultation of primary and secondary sources, motivated the preparation of the following protocol proposal. Additionally, it is expected to contribute to the development of public health policies (so far nonexistent in the country) that regulate the commercialization and consumption of raw goat milk in the city.

The purpose of preparing this protocol will be to facilitate the determination of the sanitary status of raw goat milk samples in order to ensure the marketing of a safe product for human consumption. The competencies established in Law 1122 of 2007 (article 34, literals *b* and *c*) for the IVC of the safety of the food chain in the health sector must be implemented, according to INVIMA, in all food processing establishments, benefit of animals, milk collection centers, milk processing plants, the transportation associated with these activities, and the import and export of food. Oversight focuses on three fundamental axes: I) food factories; II) first barrier control sites and III) plants for the benefit of animals for public supply.

In Colombia, the sale and consumption of raw goat milk has become a minor commercial activity and even a local tourist attraction, carried out without hesitation in the tests necessary to ensure the hygienic quality of this milk.

Key words: goat milk, evaluation protocol, hygiene, public health.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Introducción	10
Planteamiento del problema	10
Objetivos	11
Justificación	11
Metodología de investigación	12
1. Marco teórico	13
1.1. Salud pública veterinaria: higiene de alimentos y calidad total de los productos para el consumo humano.	13
1.1.1. Conceptualización de <i>salud pública veterinaria; inocuidad</i> de los alimentos y gestión de inocuidad en las industrias de alimentos.	13
1.1.2. Conceptualización de <i>calidad de productos alimenticios</i> e importancia de la <i>inocuidad</i> en la determinación de la calidad del producto.	14
1.1.3. Definición de <i>calidad total</i> (calidad <i>higiénica, calidad sanitaria y calidad composicional</i>) de la leche.	15
1.1.4. Factores incidentes en la <i>calidad total</i> de la leche y parámetros de calidad de las industrias lecheras en Colombia.	16
1.2. Propiedades alimenticias y características generales de la producción primaria de leche caprina.	17
1.2.1. Sistemas productivos.	17
1.2.2. Lactancia y ordeño de caprinos.	19
1.2.3. Características organolépticas y fisicoquímicas de la leche cruda de cabra.	20
1.2.4. Microbiología y zoonosis.	22

1.3. Producción y comercialización transnacional de leche caprina.	24
1.3.1. Regulaciones internacionales.	24
1.3.2. Prácticas de las industrias lecheras caprinas en España, México y Ecuador.	24
1.4. La industria de leche caprina en Colombia.	25
1.4.1. Productores y consumidores.	25
1.4.2. Normatividad y evaluaciones de calidad vigentes para la leche destinada al consumo humano en el país.	26
2. Protocolo para la evaluación de calidad de la leche cruda de cabra.	28
2.1. Justificación del protocolo.	28
2.2. Objetivos.	28
2.3. Alcance y responsabilidades de implementación.	29
2.4. Procedimiento.	29
2.5. Flujograma resumen.	29
Recomendaciones.	36
Discusión.	37
Conclusión.	37
Bibliografía	39

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1. Características óptimas de la leche cruda (Decreto 616/2006)</i>	16
<i>Tabla 2. Comparación de porcentajes nutricionales de la leche (Park, 2006)</i>	20
<i>Tabla 3. Comparación de datos obtenidos en diferentes estudios (Parodi et.al., 2.015)</i>	21

INTRODUCCIÓN

La leche de cabra es un producto lácteo comercializado para su consumo en diferentes partes del mundo. En algunos países la venta y el consumo de esta leche han adquirido un estatus de costumbre popular, comercializándose directamente de la ordeña sin tener en cuenta las pautas y reglamentos concernientes a la salud pública que diferentes gobiernos han estipulado con el fin de asegurar el correcto procesamiento y consumición de un producto inocuo.

En Colombia, la venta y consumo de leche de cabra cruda se han convertido en una actividad comercial menor e incluso en un atractivo turístico local, llevado a cabo sin reparo en las pruebas necesarias para asegurar la sanidad de esta leche. Un ejemplo de esta problemática es el expendio de vasos de leche de cabra cruda en algunas localidades de la ciudad de Bogotá. El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) posee una gama de reglamentaciones para el tratamiento y distribución de la leche de vaca pero para la leche de cabra, en el territorio nacional, no existe ningún reglamento o procedimiento reconocido y avalado por el gobierno. Por tal razón, la finalidad de este trabajo consiste en desarrollar un protocolo de sanidad para evaluar la salubridad y calidad microbiológica de la leche de cabra directamente desde el ordeño. En este documento, se abordarán las normativas estipuladas por el *Codex alimentarium* con respecto a la calidad total de la leche caprina, las normativas estipuladas por el ISO 9000:2000 sobre las normas internacionales de distribución de leche caprina y los métodos de sistematización y producción de leche caprina en España, México y Ecuador.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia la comercialización de la leche de cabra es limitada y focalizada. La producción de leche caprina en el país se destina principalmente al consumo local entre familias de escasos recursos, pues la obtención de esta leche es simple y el costo del mantenimiento de las cabras es muy bajo debido a la rusticidad natural de los animales y a su tolerancia a los diferentes ambientes colombianos (Parodi, P., Barrionuevo, C., Corradetti, S. & Alicia, M., 2015).

Actualmente, en Colombia no existen estudios acerca de la zoonosis que la leche de cabra cruda de baja calidad pueda ocasionar. Adicionalmente, no existen disposiciones legales específicas que expliquen el adecuado proceso de evaluación para la aprobación de la distribución y comercialización de la leche de cabra cruda (Mercado, M., Gonzáles, V., Rodríguez, D. & Carrascal, A., 2013).

de Bogotá y en varios de sus municipios circundantes. Particularmente, en Bogotá el comercio de leche cruda de cabra se da en expendios ambulantes motorizados que se desplazan por diferentes sectores, ofreciendo el producto a un consumidor promedio no informado acerca del consumo de leche caprina. Los carros expendedores venden los vasos de leche de cabra recién ordeñada sin ningún tipo de mediación sanitaria o asistencia técnica previa, lo que convierte a este producto en un potencial foco de transmisión de enfermedades zoonóticas riesgosas para los consumidores. Por tal motivo se hace necesario estudiar la calidad higiénica de esta leche que es expendida para consumo humano.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un protocolo para la evaluación de la calidad higiénica de leche de cabra cruda para consumo humano.

Objetivos específicos

- Revisar la literatura disponible de los procedimientos de evaluación de leche de cabra.
- Diseñar un flujograma de procedimiento de la evaluación de la calidad de leche cruda de cabra comercializada en Bogotá.

JUSTIFICACIÓN

La realización de la siguiente investigación y propuesta de protocolo de evaluación se debe a la falta de datos relacionados con las normas de calidad que debe cumplir la leche

de cabra para consumo humano en Colombia, así como a la ausencia de protocolos de sanidad necesarios para el proceso de ordeño de las cabras.

Uno de los problemas más grandes en Colombia, en cuanto a la producción caprina, consiste en la falta de información necesaria para los capricultores que les permitan mejorar sus sistemas de producciones. La falta de esta información a impedido a las organizaciones gubernamentales, gestantes de la economía, de realizar inversiones significativas para que el agro-comercio de la leche de cabra sea de un gran valor para la economía familiar del país.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para la elaboración de la presente propuesta de protocolo de evaluación se recolectaron y consultaron fuentes primarias y secundarias acerca de procesos de verificación de calidad de alimentos, salud pública veterinaria, sistemas de producción y prácticas higiénicas de industrias lecheras extranjeras y nacionales. Estas fuentes (referenciadas en el texto y en su lista bibliográfica) abarcaron material legislativo, manuales emitidos por entidades privadas y públicas y estudios de enfoque cuantitativo relacionados con la formulación de procedimientos de evaluación de calidad para agronegocios lecheros de escalas regionales y locales. La selección de esta literatura se efectuó con base en su pertinencia temática y metodológica, a saber: en primer lugar, normas, directrices, códigos reglamentarios y recomendaciones oficiales acerca de la producción e inocuidad de los alimentos, así como legislaciones relacionadas a la calidad higiénica y sanitaria de alimentos y, más específicamente, a la producción y comercialización de la leche en Colombia; en segundo lugar, estudios cuantitativos con metodologías explicitadas y consistentes, prioritariamente, en recolección de datos estadísticos, muestreos y análisis de calidad. La búsqueda de esta información se ayudó de la comprobación de palabras claves y revisión de las bibliografías contenidas en las fuentes.

De manera complementaria, se llevaron a cabo observaciones de campo en un aprisco del municipio cundinamarqués Los Rosales y en el barrio 20 de Julio de Bogotá a comienzos del año 2020, esto con el fin de esclarecer el campo de aplicabilidad, la relevancia y pertinencia de la propuesta de protocolo de evaluación a diseñar. La irrupción de la crisis

sanitaria ocasionada por la pandemia de COVID-19 dificultó la continuación de estas observaciones y la consiguiente recopilación de datos empíricos, por lo que los autores consideraron impropio consignar sus pormenores. En suma, el desarrollo del siguiente marco teórico y el diseño del protocolo de evaluación de calidad para la leche caprina se fundamentan en una aproximación cualitativa, su método es deductivo por cuanto retoma formulaciones y observaciones generales acerca de la calidad de los alimentos y las prácticas de calidad higiénica y sanitaria de diversas industrias lecheras extrapolándolas al caso de la leche caprina producida-expendida a pequeña escala en algunos sectores del área metropolitana de Bogotá.

1.

MARCO TEÓRICO

1.1. Salud pública veterinaria: higiene de alimentos y calidad total de los productos para el consumo humano.

1.1.1 Conceptualización de *salud pública veterinaria; inocuidad* de los alimentos y gestión de inocuidad en las industrias de alimentos.

La salud pública veterinaria puede definirse como un bien público mundial por su importancia en el papel de la salud humana, el bienestar animal y la sostenibilidad ambiental. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define la salud pública veterinaria como el conjunto de actividades en el ámbito de la salud pública encaminadas a la aplicación de la capacidad profesional de los médicos veterinarios, sus conocimientos y sus recursos, con el fin de garantizar la protección y mejoramiento de la salud humana, animal y ecosistémica (Rojas, 2014).

Uno de los deberes del médico veterinario, cuando se trata de la salud pública, es el de garantizar el acceso de poblaciones a alimentos inocuos. La Real Academia de la Lengua Española define la inocuidad como la propiedad de no causar daño, cualidad a la que la

Organización Mundial de la Salud (OMS) brinda la mayor importancia al tratarse de la calidad higiénica de los alimentos y su incidencia en la salud pública. Aunque para muchos de los sistemas de distribución de alimentos la inocuidad es un requisito no estipulado, es exigido por los consumidores y hace parte primordial de la calidad total de un producto (Ivelio & Soledad, 2007).

1.1.2. Conceptualización de *calidad de productos alimenticios* e importancia de la *inocuidad* en la determinación de la calidad del producto.

En general, la calidad es un concepto basado en la satisfacción de los deseos del consumidor o la totalidad de las propiedades del producto desde el punto de vista de este. Aunque estas propiedades no son términos definitivos ya que la calidad es un concepto abstracto que depende de la cultura, la moda y el poder adquisitivo entre otros factores. Sin embargo, existen parámetros nacionales que pueden determinar la calidad de un producto alimenticio como son la inocuidad, repetibilidad, adecuada disponibilidad, trazabilidad, vida útil apropiada, precio adecuado a los ojos del consumidor y valor nutritivo y/o nutracéutico. (Chacón, 2019).

Para asegurar la inocuidad de un producto alimenticio se tienen por referencia directrices impuestas por la *Comisión del Codex Alimentarium* (CCA) en 1997, denominadas HACCP por sus siglas en inglés (*Hazard Analysis and Critical Control Points*). Las HACCP son un sistema de gestión para la inocuidad alimentaria que parte desde el análisis y control de peligros biológicos, químicos y físicos, pasando por la producción de la materia prima, acopio y manejo, hasta la manufactura, distribución y consumo del producto terminado (FAO, 2002).

Para el aseguramiento de un producto alimenticio de calidad total (ver acápite 1.3) se implementan las normas HACCP por su compatibilidad con la aplicación de sistemas de gestión de la calidad como la serie ISO 9000. Estas normas aplican un enfoque basado en la identificación de los pasos necesarios para la elaboración de un producto, la interacción de los procesos, el énfasis en el control continuo de éstos y su mejora constante a través del

seguimiento y la medición de la satisfacción del cliente, así como de una mayor eficiencia organizativa (Ivelio & Soledad, 2007).

1.1.3. Definición de *calidad total* (calidad *higiénica*, *calidad sanitaria* y *calidad composicional*) de la leche.

La norma UNI ISO 8402 define la calidad de un producto como el conjunto de las propiedades y características que le confieren la aptitud de satisfacer las necesidades expresas o implícitas del cliente. Este concepto de calidad se ha vuelto importante en la industria lechera porque determina la viabilidad comercial de la leche producida (Moreno, F., Rodríguez, G., Méndez, V., Osuna, L., & Vargas, M., 2007). En lo que sigue, definiremos *calidad total* como la satisfacción de tres factores correlacionados: *calidad higiénica*, *sanitaria* y *composicional*.

La calidad higiénica de la leche hace referencia a todos los procedimientos realizados en finca cuyo objetivo es el control de la mastitis y el recuento de bacterias mesófilas aerobias, en el cual los valores deben ser menores de 300000 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por ml. (*Resolución 000012, “Por la cual se establece el Sistema de Pago de la Leche Cruda al Productor”*, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social, Colombia, 2007).

Hablamos de calidad sanitaria cuando son puestos en práctica los planes de control o erradicación de infecciones que puedan significar riesgo para la salud humana o animal. Es por esto por lo que la calidad sanitaria de la leche es aprobada siempre y cuando provenga de animales saludables y libres de enfermedad. Se ha definido la buena calidad sanitaria de la leche como la ausencia de microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Coliformes* totales y fecales, y *Listeria Monocytogenes* entre otros, que pueden ser causantes de enfermedades infecciosas e intoxicaciones generadas por el consumo de alimentos contaminados (Moreno et al., 2007).

La calidad composicional de la leche, por último, consiste en el balance adecuado de proteína, minerales, grasa y lactosa, siendo la proteína el componente químico más

importante por ser necesaria para las primeras etapas de vida de los mamíferos (Calderón, A., García, F. & Martínez, G., 2007).

La calidad total (determinada por las calidades higiénica, sanitaria y composicional) de la leche es un requisito necesario para su distribución y comercialización. Para asegurar una buena calidad total en un hato lechero son necesario cuatro principios básicos: animales de buena calidad, alimentación adecuada, estricta sanidad y buen manejo. Los dos primeros influyen en la calidad composicional y los dos últimos en la calidad higiénica y sanitaria (Mercado et al., 2013).

1.1.4. Factores incidentes en la *calidad total* de la leche y parámetros de calidad de las industrias lecheras en Colombia.

Para mantener la calidad total de la leche se deben evitar ciertos factores que puedan afectar la calidad higiénica, sanitaria y composicional. Si el procedimiento de la obtención de la leche o el ambiente en donde está ubicada la cabra no son los ideales, la leche puede verse contaminada con microorganismos patógenos, toxinas, residuos químicos, microorganismos saprófitos, células somáticas y materias extrañas. Todo esto conlleva a cambios en las condiciones organolépticas que harán clasificar la leche como una leche cruda con deficientes condiciones sanitarias para consumo humano (Moreno et al., 2007).

Para el establecimiento de los parámetros de la calidad de la leche, primero se debe aclarar que en Colombia no existe una norma que establezca los parámetros para leche bufalina y caprina, por lo que la información debe compararse con la literatura internacional. Sin embargo, de acuerdo con el decreto 1880 del 2011, en el capítulo III, artículo 6, se establece que toda leche para el consumo humano debe cumplir con las características fisicoquímicas establecidas en el artículo 16 del Decreto 616 de 2006, las cuales son las siguientes:

Parámetro/unidad	Leche cruda	
Grasa % m/v mínimo	3.00	

Extracto seco total % m/m mínimo	11.30	
Extracto seco desengrasado % m/m mínimo	8.30	
	Min.	Max.
Densidad 15/15°C g/ml	1.030	1.033
Índice lactométrico	8.40	
Acidez expresada como ácido láctico %m/v	0.13	0.17
Índice °C	-0.530	-0.510
Crioscópico °H	-0.550	-0.530

Tabla 1. Características óptimas de la leche cruda (Decreto 616/2006).

Una leche de calidad, entonces, es aquella que posee una composición de grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales de excelencia, que presente recuentos microbianos bajos, esté libre de patógenos y no contenga contaminantes fisicoquímicos (Mercado et al., 2013). Una leche de calidad debe provenir de animales sanos, bien alimentados, estar libre de olores, sedimentos, sustancias extrañas, con una cantidad apropiada de sus componentes sólidos, libre de bacterias causantes de enfermedades y toxinas producidas por bacterias u hongos y con un mínimo de células somáticas (Ferraro, 2006).

1.2. Propiedades alimenticias y características generales de la producción primaria de leche caprina.

1.2.1. Sistemas productivos.

Un sistema productivo es la planificación de un proceso para hacer un uso eficiente de los recursos disponibles, de manera que la producción sea sostenible en el tiempo. Para asegurar un sistema de producción de deben tener en cuenta factores como el medio ambiente, el manejo, alimento de los animales, mejoramiento animal, infraestructura, sanidad, capacitación del personal, gestión de recursos, comercialización y planes de emergencias (Salvatierra & Contreras, 2017).

La cabra ha sido una de las especies más útiles para el ser humano en cuanto a la producción de leche, esto ha generado la necesidad de implementar distintos métodos de producción para su máximo aprovechamiento. Existen 3 tipos diferentes de producción, denominados *intensivo*, *semi-extensivo* y *extensivo*, cada uno con diferentes características dependiendo del uso de los suelos de los apriscos (Aréchiga, C., Aguilera, J., Rincón, R., Méndez de Lara, S., Bañuelos, R., & Meza, C., 2008).

El sistema de producción intensivo mantiene a los animales parcial o totalmente confinados, se alimentan con concentrados y forrajes de buena calidad, además de permanecer bajo vigilancia sanitaria. Aunque este sistema requiere de mayores costos, permite facilitar el manejo de los animales y obtener mejores índices productivos en cuanto a carne y leche (Aréchiga et al, 2008).

Según Bustamante (2015), existen dos maneras diferentes para aplicar el sistema de producción intensivo, el intensivo de tipo pastoril y el intensivo de manejo estabulado sin pastoreo. El modo pastoril implementa el uso de praderas para el mantenimiento animal, lo que permite el mantenimiento pastoral de hasta 60 corderos por hectárea. Este sistema también está asociado con actividades agrícolas por la habilidad y conocimiento que requiere el productor respecto a la rotación de potreros y la carga animal, de acuerdo con el rendimiento de la pastura.

El manejo estabulado de las cabras es un sistema especializado en donde se mantienen confinadas la mayor parte del tiempo para la producción de leche o engorda de corderos para la producción de carne. Este sistema tiene una alta eficiencia en la producción de insumos, además de la versatilidad de modificar la producción de leche de acuerdo con el grado nutricional de las raciones empleadas.

Un sistema de producción extensivo es de menor costo y de mayor accesibilidad para pequeños apriscos por su uso básico de los recursos naturales, el mínimo uso de tecnología y de la mano de obra, ya que las cabras se mantienen libres para la búsqueda de su propia alimentación. Para este sistema se debe realizar un adecuado balance en la composición botánica de los potreros, no solo por la capacidad selectiva de las cabras en cuanto a la palatabilidad, sino también porque este sistema es de uso continuo, por lo que un potrero inadecuado conllevará a problemas de sobrepastoreo, compactación y degradación del suelo.

Los sistemas semi-extensivos son una combinación de los dos sistemas ya mencionados ya que los animales son pastoreados y en la tarde-noche son estabulados para proporcionales suplementos alimenticios. Requieren la inversión en instalaciones y alimentos concentrados; generalmente, presenta mejores rendimientos productivos que el sistema extensivo. Requieren también de un nivel relativamente alto de capital y trabajo, los animales se encuentran en confinamiento parcial o temporal, y existe una gran cantidad de variantes de este sistema (Bustamante, 2015).

1.2.2. Lactancia y ordeño de caprinos.

Para la lactancia de las cabras es importante tener en cuenta factores que afectan a la producción o calidad de la leche, como las condiciones ambientales. Estos animales son muy sensibles a la lluvia y a las bajas temperaturas debido a la deficiencia en los aportes energéticos y proteicos ocasionados en estas épocas, pues deben utilizar mayor energía para compensar la pérdida de calor en vez de utilizarla para la producción de leche (Salvatierra & Contreras, 2017).

Es indispensable para la producción de leche caprina la alimentación y la genética de las cabras lecheras. La genética es el factor que establece el potencial productivo lácteo de la cabra mientras que la alimentación son los nutrientes consumidos y las reservas de energía que pasaran a transformarse en leche dentro de la glándula mamaria. Garantizar una alimentación adecuada para las cabras requiere de la observación de su estado corporal, una cabra con alta condición corporal utiliza el exceso de energía administrado para la acumulación de grasa mientras que una cabra de baja condición corporal utiliza la energía para los procesos bio-orgánicos que aseguran la sustentabilidad de la vida, no la producción de leche (Salvatierra & Contreras, 2017). Junto con estas consideraciones fisiológicas, es preciso atender a los factores alimenticios evaluando la influencia del nivel energético y la composición de las raciones, condiciones correlacionadas que al final del proceso de la ordeña determinaran, en buen grado, la calidad total de la leche (Alais, 1988).

1.2.3. Características organolépticas y fisicoquímicas de la leche cruda de cabra.

La leche en su estado natural debe tener una apariencia blanca-amarillenta opaca y un olor poco notable. Es común hallar en la leche de sistemas de producción extensiva materia extraña microscópica en suspensión, esto debido a las condiciones antihigiénicas de la ubre o a un ambiente poco aseado y de mal manejo en el que se puede contaminar la leche (Rentería, 2016).

En cuanto a su composición, la leche de cabra se diferencia significativamente de la leche bovina según lo indican estudios realizados en Francia, Alemania y distintas regiones de Argentina (Parodi et al., 2015). Nutricionalmente, la leche caprina presenta mejores valores alimenticios que los de la bovina y, en adición, singularidades moleculares y organolépticas que la hacen de más fácil digestión que otras leches. En efecto, la leche de cabra posee una diferente variedad de proteínas y aminoácidos; cuenta con micelas de caseína de un tamaño de 50 nm, mientras que en la leche de vaca las micelas de caseína tienen un tamaño de 75 nm. Tal diferencia de tamaños es lo que permite a la leche de cabra ser de mayor digestibilidad (Alais, 1988).

Pero la diferencia más significativa entre la leche de cabra y vaca consiste en el tipo de caseínas que cada una posee. La leche de cabra no presenta caseína $\alpha 1$, principal causante de alergias asociadas a la leche vacuna, razón por la cual el consumidor que padece de intolerancia láctea puede consumir y digerir la leche caprina sin experimentar reacciones adversas. Se cree también que la ausencia de caseína $\alpha 1$ hace al queso de cabra más resistente a la aparición de sabores amargos (Amiot, 1991).

En la *Tabla 2* se evidencian las diferencias porcentuales entre las composiciones nutricionales de las leches de cabra, oveja, vaca y humana:

Composición	Cabra	Oveja	Vaca	Humana
Grasa %	3.8	7.9	3.6	4
Sólidos no grasos %	8.9	12	9	8.9
Lactosa %	4.1	4.9	4.7	6.9
Proteína %	3.4	6.2	3.2	1.2
Caseína %	2.4	4.2	2.6	0.4
Albumina, globulina %	0.6	1	0.6	0.7

N no proteico %	0.4	0.8	0.2	0.5
Cenizas %	0.8	0.9	0.7	0.3
Calorías/100 ml	70	105	69	68

Tabla 2. Comparación de porcentajes nutricionales de la leche (Park, 2006).

En la *Tabla 3* se pueden evidenciar diferencias en la composición de la leche caprina producida por distintas variedades de cabras, con datos provenientes de diversos estudios realizados en Francia, Alemania y ciertas regiones de argentina:

	Alais (1)	Scholz (2)	Alsina et al. (3)	Oliszweski (4)	Frau. S.et al. (5)	Frau. F. et al. (6)
Agua	86,40 %	87,20 %	85,24 %	84,21 %	86,35 %	86,05 %
Materia grasa	4,30 %	4,30 %	4,50 %	4,91 %	5,21 %	5,68 %
Materia nitrogenada total	4 %	3,40 %	4,30 %	5, 13 %	3,41 %	3,37 %
Extracto seco total	13, 8 %	12,8 %	14,76 %	15,79 %	13, 65 %	13,95 %
Extracto seco desgrasado	9,50 %	8, 50 %	10,23 %	11,02 %	8,44 %	8,27 %

Tabla 3. Comparación de datos obtenidos en diferentes estudios (Parodi et al., 2.015)

Para la producción adecuada de leche caprina se deben tener en cuenta los principios básicos de una explotación pecuaria eficiente, a saber: animales de buena calidad, que reciban una alimentación propicia, buen manejo y salud. Los dos primeros factores influyen directamente sobre la calidad nutricional o composición de la leche, los últimos influyen sobre la calidad higiénica de la misma (Fernández, 2017).

Para que la leche sea de calidad debe estar libre de residuos inhibidores y biológicos, siendo estos las bacterias que pueden causar enfermedades zootécnicas. Para un manejo adecuado de la leche cruda recién ordeñada, esta debe ser enfriada hasta alcanzar los 4°C y conservada a esta temperatura hasta su debido tratamiento y proceso (Mercado et al., 2013).

El artículo 616 del 2006 expedido por el Invima (ver acápite 1.1.4 del presente escrito) define la leche cruda como leche que no ha sido sometida a ningún tipo de terminación o higienización. Estos estándares deben acompañarse de una rutina de ordeño que garantice la sanidad de la ubre del animal y que permita, además, obtener y conservar un producto con las características de calidad referentes a la reducción de introducción de gérmenes y residuos procedentes de la limpieza/desinfección.

En sus características organolépticas, la leche presenta un color blanco mate (a diferencia de la leche de vaca) por su falta de β caroteno. Recién ordeñada, la leche de cabra presenta un aspecto limpio, sin grumos y olor neutro (si bien a veces, al final de la lactación, puede aparecer el llamado olor cáprico). El sabor característico de una leche de cabra cruda de calidad debe ser neutro, aunque su sabor puede cambiar normalmente al momento de almacenamiento en frío (Parodi et.al., 2015).

1.2.4. Microbiología y zoonosis.

Múltiples fuentes de contaminación pueden afectar la leche, en condiciones normales, estas fuentes pueden aportar hasta 1000 microorganismos/ml. La baja higiene de la zona de ordeño y las deficientes prácticas de manejo permiten la entrada de microorganismos patógenos a las glándulas mamarias por medio de los pezones, afectando severamente la sanidad tanto de la leche como de la cabra. Otros factores que facilitan la entrada de patógenos son la salubridad del ordeñador, equipos de ordeño no desinfectados después de su uso o baldes metálicos (Moreno et al., 2007).

Las zoonosis son un grupo de enfermedades causadas por microorganismos patógenos que se encuentran en los animales y pueden causar varias enfermedades al hombre. Estas enfermedades son muy frecuentes debido a la relación y convivencia que se tiene con los animales, especialmente con los animales de compañía y los animales utilizados para la producción de alimentos (Máttar, S., Visbal, J., & Bermúdez, A., 2000).

La higiene de la leche puede ser determinada con la detección de coliformes fecales. La presencia de estos microorganismos Gram negativos confirma un pobre manejo higiénico

en la rutina de ordeño, esto quiere decir que el producto ha estado expuesto a material fecal (Alais, 1988).

Aunque los coliformes no son bacterias patógenas, pueden servir como indicadores de la sanidad de los alimentos. El hallazgo de estas bacterias en los alimentos puede indicar la presencia de otros microorganismos potencialmente patógenos, también puede confirmar que los alimentos tuvieron contacto con materia fecal (Parodi et.al., 2.015). En estos residuos fecales contaminantes se encuentran bacterias que causan vómito y diarrea. También se pueden encontrar protozoarios que causan disentería y virus que pueden causar polio, hepatitis, helmintos y ténias que llevarán como concomitantes diarreas crónicas (Zambrano & Grass, 2008).

Los mesófilos aerobios son microorganismos utilizados para determinar la calidad sanitaria de los productos alimenticios. Según la ANMAT (2014), estos son un grupo de bacterias caracterizadas por desarrollarse en presencia de oxígeno y a una temperatura entre 20°C y 45°C; estas bacterias reflejarán la calidad sanitaria de los productos alimenticios además de las condiciones higiénicas del producto y la forma en la cual fueron manipulados durante su elaboración.

Generalmente los mesófilos aerobios, causantes de descomposición en los alimentos, se encuentran en los suelos, pero debido a la formación de esporas resistentes al calor pueden hallarse también sobre cualquier superficie. Se han estudiado hasta 621 especies de mesófilos aerobios, para su clasificación 363 de estas especies fueron catalogadas en la familia de los Bacilos (Smith, N., Gordon, R., & Clark, F., 1946). La morfología celular de los mesófilos aerobios permite expresar en su membrana externa una molécula llamada lipopolisacárido. Los lipopolisacáridos son considerados endotoxinas ya que en el torrente sanguíneo pueden causar diversos síntomas, incluyendo fiebre alta y un marcado descenso de la presión arterial (Fariñas & Martínez-Martínez, 2013).

Algunas de las infecciones con mesófilos aerobios pueden ser: infección por *Hemophilus*, *Brucelosis*, *Tularemia*, peste por *Yersina pestis*, infección por pseudomonas, cólera, infecciones por enterobacterias e infección causada por *Salmonella* atípica (Fariñas & Martínez-Martínez, 2013).

1.3. Producción y comercialización transnacional de leche caprina.

1.3.1. Regulaciones internacionales.

El procesamiento y distribución de la leche de cabra se ha convertido en un insumo agropecuario común, lo que ha abierto la posibilidad de un mercado globalizado para la misma. En los años 80 se publicaron un conjunto de normas sobre la calidad y gestión de la calidad que pueden ser implementadas en cualquier tipo de organizaciones orientadas a la producción de bienes y servicios, las normas ISO 9000, esto llevó a la concientización de los productores acerca de las ventajas derivadas de implantar y certificar un sistema de venta de leche de cabra de calidad (Sellés et al., 2004).

Tiempo después se realizó una completa reestructuración de estas normas, pasando a conocerse como normas ISO 9000:2000. En estas, se abandona la estructura de 20 elementos del sistema de gestión de la calidad por un nuevo esquema basado en 4 cláusulas básicas que son: Responsabilidad de la dirección, gestión de los recursos, realización del producto y medición de análisis y mejora. Además de su cambio estructural, las normas ISO 9000:2000 también realizan ajustes en cuanto al aseguramiento de la calidad y la gestión de la calidad basada en 8 principios: Enfoque al cliente, liderazgo, participación del personal, enfoque basado en los procesos, enfoque de sistema para la gestión, mejora continua, enfoque basado en hechos para la toma de decisión y relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor (Sellés et al., 2004).

1.3.2. Prácticas de las industrias lecheras caprinas en España, México y Ecuador.

Debido a la falta de normativas y descentralización del comercio de la leche de cabra en Colombia, se han puesto en práctica métodos de producción utilizados en otros países. En España, cada año, son más comunes las explotaciones caprinas de leche en estabulación permanente, con alimentación basada en forrajes y concentrados. En las regiones de mayor producción de leche de cabra, como en Sevilla, son más comunes las explotaciones semi-extensivas, estabulación libre y semi-intensivas (Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias [ECREA], 2019).

Según Aréchiga (2008), en México existen cerca de 494000 unidades de producción de leche caprina, las cuales se distribuyen entre zonas áridas, semiáridas y templadas del país. Estas unidades de producción son heterogéneas, conformadas principalmente por granjas caprinas comunes instauradas por granjeros o personas locales de las mismas regiones, las cuales poseen un sistema de producción exclusivamente manual. Estas unidades de granjas utilizan el método de producción extensivo, siendo responsables de más del 70% de producción de las zonas áridas y semiáridas y aproximadamente el 25% es producida en los sistemas intensivos de producción de leche de cabra (Aréchiga et al., 2008).

En el Ecuador, la producción y distribución de leche caprina es un mercado nuevo, el cual se está desarrollando rápidamente. Por el momento solo existe un número pequeño de apriscos patentados para la distribución de leche a las principales ciudades, las cuales implementan sistemas de producción intensiva automatizada con estabulación y alimentación a base de forrajes de gramíneas y leguminosas (Rodríguez, 2015).

1.4. La industria de leche caprina en Colombia.

1.4.1. Productores y consumidores.

El ovino es una especie que ha acompañado al pequeño y mediano productor agropecuario durante muchos años, siendo una fuente importante de alimento y sustento en Colombia. De estos animales se pueden generar insumos agropecuarios como la carne, leche y piel de buena calidad, productos que en su mayoría son utilizados para el autoconsumo de los mismos productores (Gómez et al., 2014).

Uno de los problemas más grandes en Colombia, en cuanto a la producción caprina, consiste en la falta de información necesaria para los capricultores que les permita mejorar sus sistemas de producción. El poco conocimiento de esta cadena ha impedido la inversión de recursos necesarios para impulsar la actividad productiva; pequeños capricultores artesanales han intentado incursionar en el mercado agropecuario para convertir estos sistemas de producción en fuentes activas para la economía colombiana, pero debido a la carencia de información sobre las políticas gubernamentales tocantes a estos productos, no

se han podido ofrecer garantías que puedan asegurar los insumos agropecuarios caprinos como productos de consumo masivo (Gómez et al., 2014).

Sin embargo, en los últimos años en Colombia se ha evidenciado un aumento en la producción caprina, lo que ha proyectado esta actividad como una opción de agronegocio. Adicionalmente, en el país se reconoce la crianza de caprinos como una importante función social en las poblaciones rurales y en las comunidades indígenas, proporcionando no solo alimentos, sino también recursos económicos para su mantenimiento sociocultural (Castellanos et al., 2010).

En la actualidad Colombia posee diversas razas caprinas, producto de las importaciones de razas especializadas desde América del norte y Europa. Estas razas son Saanen, Toggenburg, Alpina y La Mancha, las cuales se pueden encontrar distribuidas en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Santander; a estas se suman razas endémicas de Colombia, denominadas “criollas”: Murciano-Granadina, Malagueña, Serrana Andaluza y Serrana de Castilla (Bustamante, 2019).

La producción caprina en Colombia está caracterizada por razas introducidas, razas criollas y cruzamientos alternos con el fin de fortalecer el vigor híbrido. Estos sistemas productivos son extensivos y semi-intensivos, con tecnología de baja a media, entre los cuales existen apriscos dedicados a la selección y cruzamientos de ejemplares para leche. La leche es transportada y pasteurizada en sólo aquellos casos donde hay productores organizados o empresas que cuentan con tanques fríos y ensambles industriales, dándole valor agregado al producto (Pedraza, 2019).

1.4.2. Normatividad y evaluaciones de calidad vigentes para la leche destinada al consumo humano en el país.

La leche es uno de los alimentos considerados de mayor riesgo en salud pública. Por la falta de normatividad en Colombia para el proceso y comercialización de la leche de cabra, este tipo de agronegocio se ha expuesto a condiciones poco ideales en cuanto al mantenimiento y estado de salud de las cabras, lo que en buena medida conllevará a la obtención de un producto de baja calidad para el consumo humano. Es por esto que en

Colombia se ha estipulado un decreto para la correcta obtención y distribución de cualquier tipo de leche, el Decreto No. 616 de 2006, el cual expide los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendi, importe o exporte en el país.

En la actualidad se están implementando programas de certificación a granjas lecheras cuya finalidad consiste en producir leche de cabra segura y de calidad aceptable. Estos parámetros necesarios para la certificación de calidad se enmarcan en la regulación del *Codex alimentarius*, el cual reconoce la calidad higiénico-sanitaria en base a la ausencia de microbios y recuento de células somáticas (RCS), y que también define la inocuidad del alimento como la ausencia de contaminantes que puedan afectar la salud humana, ya sean residuos derivados de medicamentos veterinarios o sustancias provenientes del entorno animal (Reyes et al. 2010).

Otros métodos de evaluación de calidad de la leche se establecen con base a los parámetros higiénicos, sanitarios y composicionales. La calidad higiénica es un punto de mayor importancia por tratarse del contenido de microorganismos que están presentes en la leche cruda, estos tienen el potencial de interferir en toda la cadena láctea y en los subproductos derivados de la leche por su alta capacidad de transferencia e incidencia negativa en la vida útil tanto de la materia prima como del producto terminado (Zambrano y Ramírez, 2008).

La vigilancia y control del estándar microbiano es necesario en cada punto de la cadena láctea. Para estas evaluaciones el uso de tecnologías más sofisticadas para las detecciones microbianas se ha convertido de uso exclusivo para las grandes industrias procesadoras de alimentos por sus elevados precios, pero industrias y organizaciones con menores recursos han retomado las técnicas convencionales de colorimetría para la determinación de la calidad higiénica de la leche cruda (Zambrano & Ramírez, 2008).

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LA LECHE CRUDA DE CABRA

2.1. Justificación del protocolo.

Todos los alimentos tienen posibilidades de transmitir enfermedades, y la leche y los productos lácteos no constituyen una excepción a esta regla. Los animales productores de leche pueden ser portadores de agentes patógenos para los seres humanos. Estos patógenos presentes en la leche pueden aumentar el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos. Además, las actividades de ordeño, la mezcla posterior de la leche y su almacenamiento entrañan riesgos de contaminación por contacto con el hombre o el medio y de proliferación de patógenos intrínsecos. Además, muchos de los productos lácteos, debido a su composición, constituyen un medio propicio para el desarrollo de microorganismos patógenos (Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos, *s.f.*).

La leche también puede estar contaminada por residuos de medicamentos veterinarios, de plaguicidas o de otros contaminantes químicos. Por consiguiente, la aplicación de medidas adecuadas de control de la higiene de la leche y los productos lácteos a lo largo de toda la cadena alimentaria es esencial para garantizar la inocuidad de estos alimentos y su idoneidad para el uso al que se destinan (FAO, 2009).

2.2. Objetivos.

- Proveer un protocolo de evaluación de la calidad de leche cruda de cabra como una guía fácil de entender y aplicar por parte de los pequeños comerciantes de la misma
- Reconocer diferentes pruebas de fácil acceso y ejecución que se pueden implementar para determinar la calidad sanitaria de la leche cruda
- Interpretar los resultados de cada prueba para reconocer el paso que se debe seguir de acuerdo a lo indicado en el protocolo

2.3. Alcance y responsabilidades de implementación.

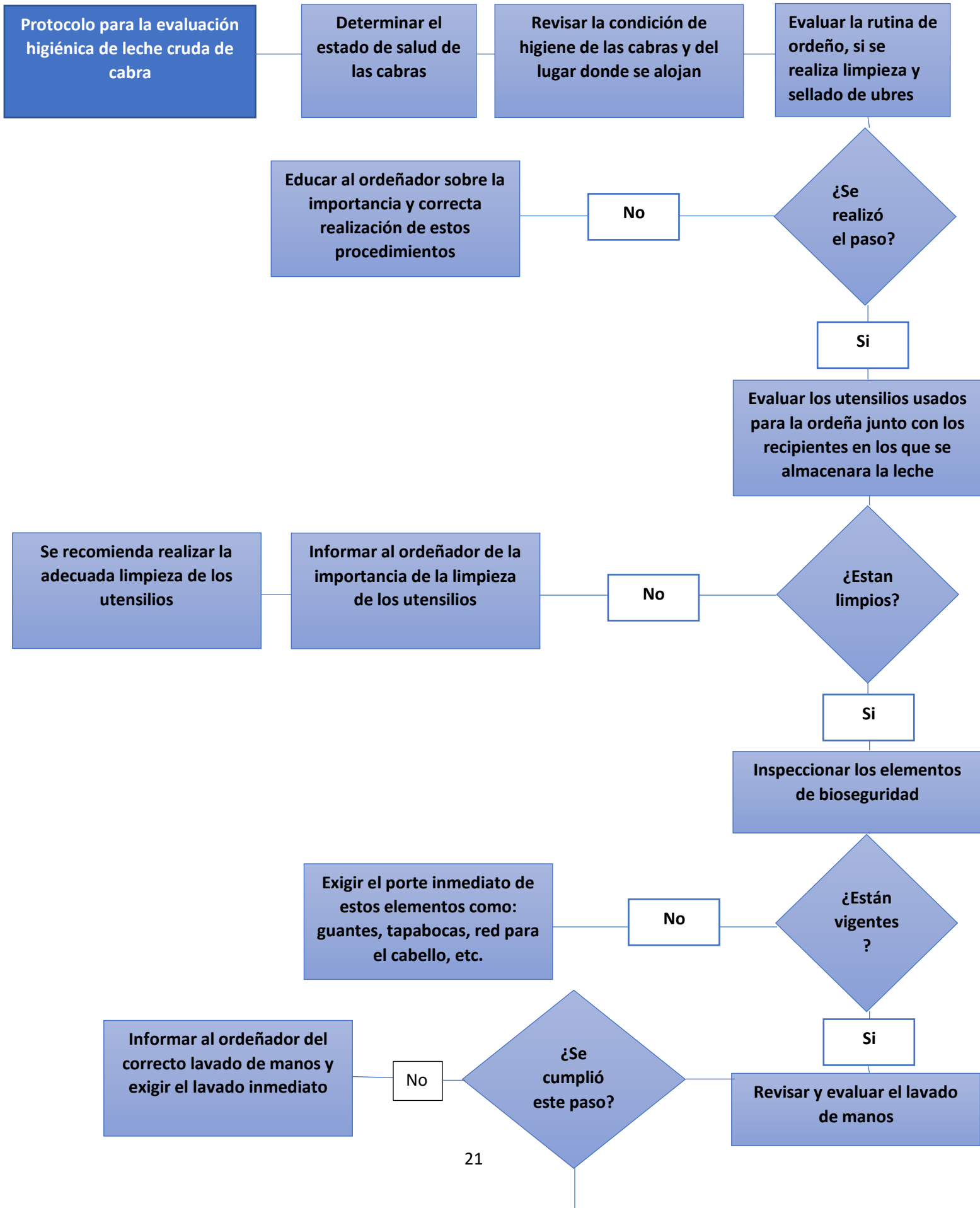
Siendo el protocolo destinado a los comerciantes de leche de cabra cruda, se deben tener en cuenta las normas estipuladas por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), y al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Según el INVIMA (2015), las competencias establecidas en la Ley 1122 de 2007 (artículo 34, literales b y c) para la IVC de la inocuidad de la cadena alimentaria en el sector salud, se implementan acciones de IVC en todos los establecimientos de procesamiento de alimentos, las plantas de beneficio de animales, centros de acopio de leche, plantas de procesamiento de leche, el transporte asociado a estas actividades, y la importación y exportación de alimentos. La vigilancia se concentra en tres ejes fundamentales: i) fábricas de alimentos; ii) Sitios de control de primera barrera y iii) Plantas de beneficio de animales de abasto público.

2.4. Procedimiento.

Para este protocolo se debe inspeccionar primero el estado de salubridad y retención de las cabras lecheras, determinar el estado de higiene de las cabras y del lugar en que se encuentran, evaluar el estado sanitario de los utensilios utilizados para la ordeña y de los recipientes de la leche a comercializar, inspeccionar el uso básico de elementos de bioseguridad al momento de la ordeña (guantes desechables, tapabocas, red de cabello, etc.), evaluar el correcto lavado de manos antes y después de la ordeña, evidenciar por chequeo el limpiado y sellado de pezones de las ubres de las cabras y por último realizar las pruebas correspondientes para la determinación higiénica de la leche cruda de cabra.

Para la evaluación de la calidad higiénica de la leche se deberán realizar las pruebas de reducción de azul de metileno, prueba de alcohol, prueba de peso específico, análisis organoléptico y prueba de SNAP; estas pruebas son las escogidas para este protocolo debido a su simplicidad, son pruebas de campo que el representante de la salud pública podrá realizar de forma inmediata y económicamente viables (Universidad del Zulia, 2003).

2.5 Flujograma.



Si

En finca: Prueba análisis organoléptico

Recolectar muestras de leche y realizar los respectivos análisis

Procedimiento

Toma de muestra en recipiente estéril

Evaluar por medio de observación el color

Evaluar por medio del olfato el olor

Evaluar por medio del gusto el sabor

Color blanco

Otros colores pueden indicar sangre o bacterias

Olor característico caprico

Olores ofensivos

Sabor levemente dulce

Sabor salado

Aprobada

Rechazada

Aprobada

Rechazada

Aprobada

Rechazada

Proceder al decomiso de la leche

No

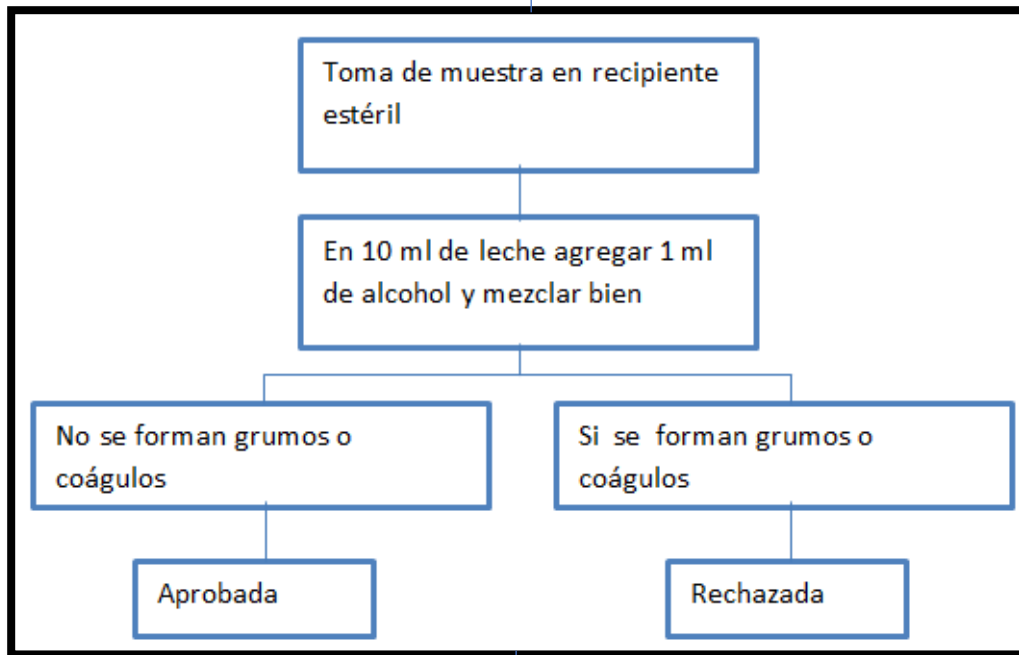
¿Es aprobada la leche?

Si

En finca: Prueba de alcohol

Sello de aprobación

Procedimiento



Proceder al decomiso de la leche

No

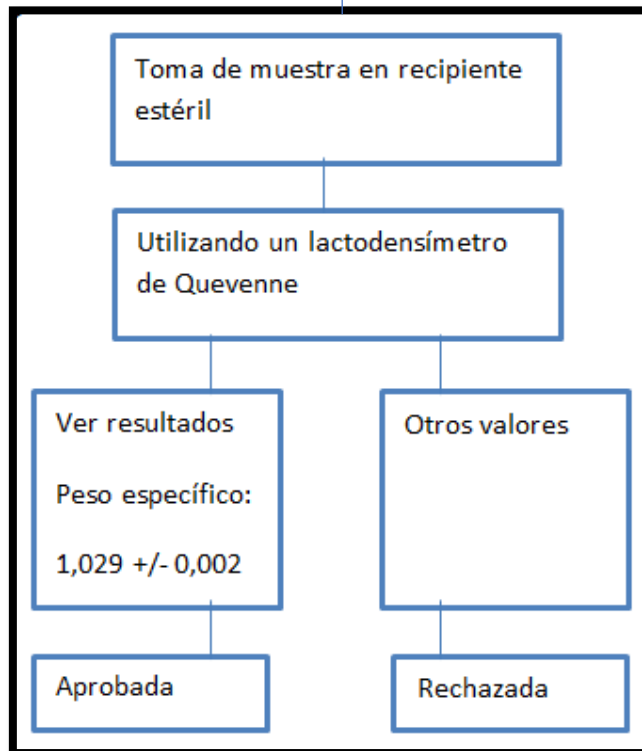


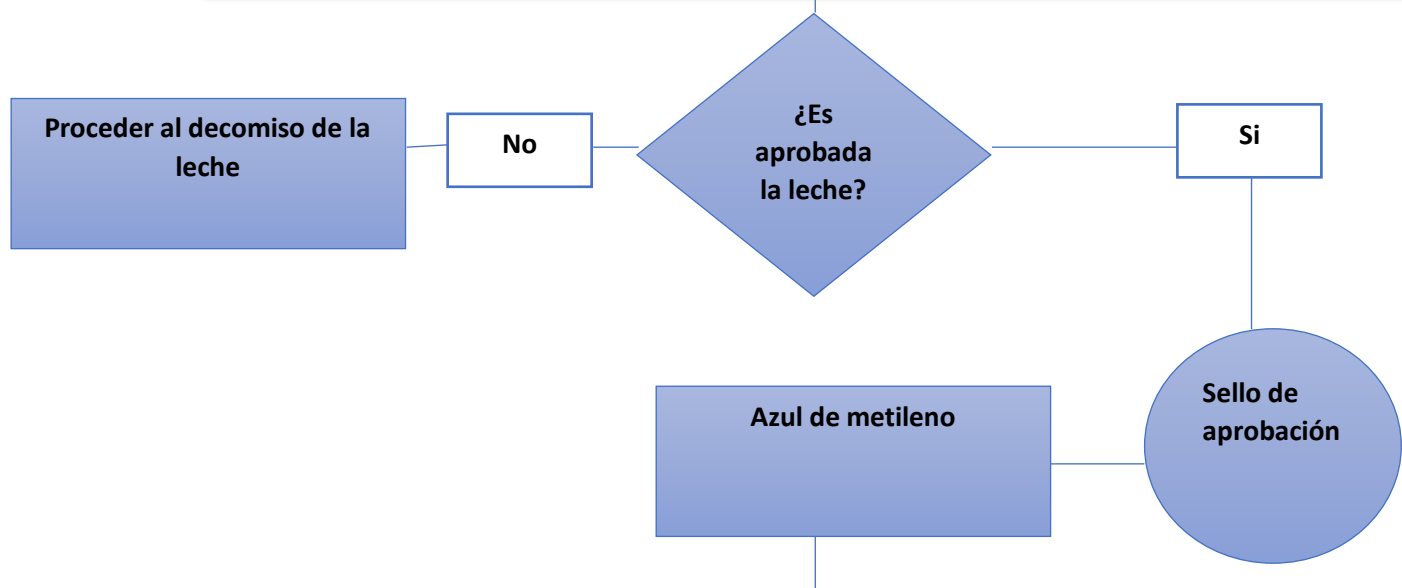
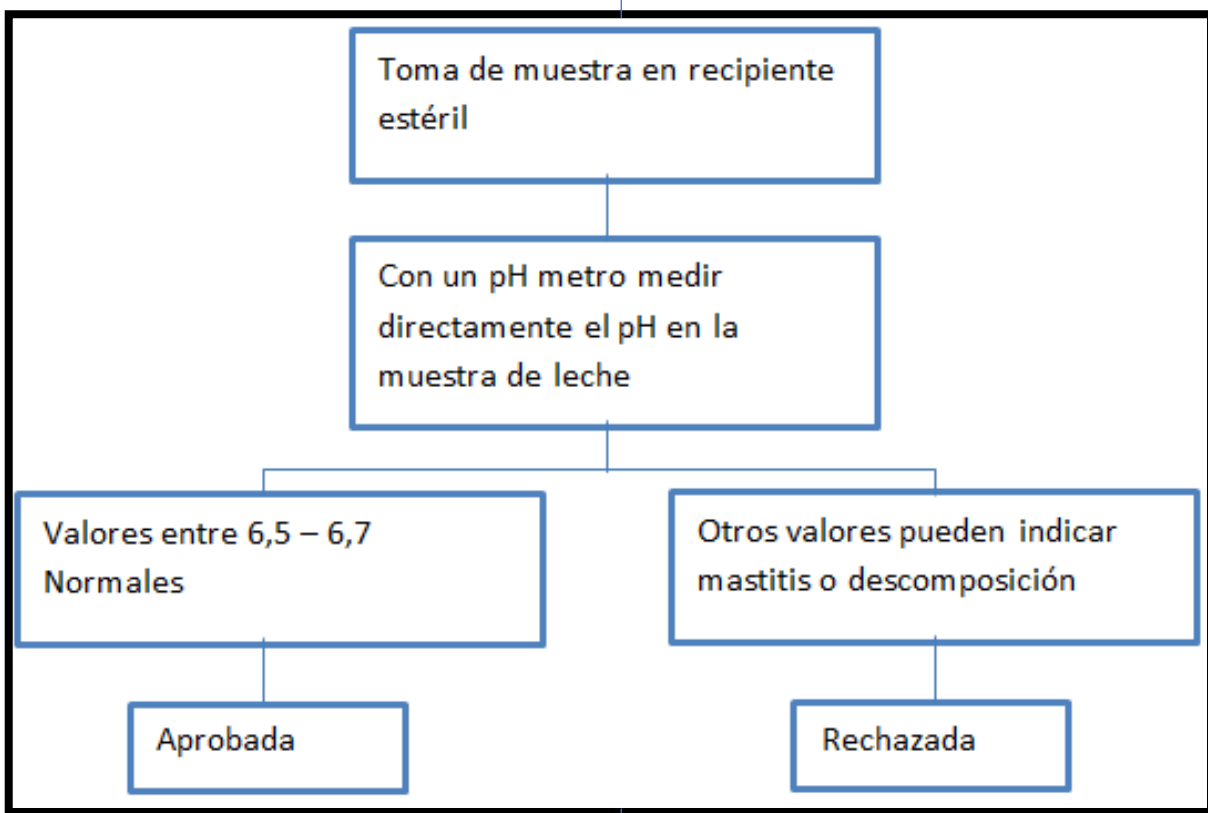
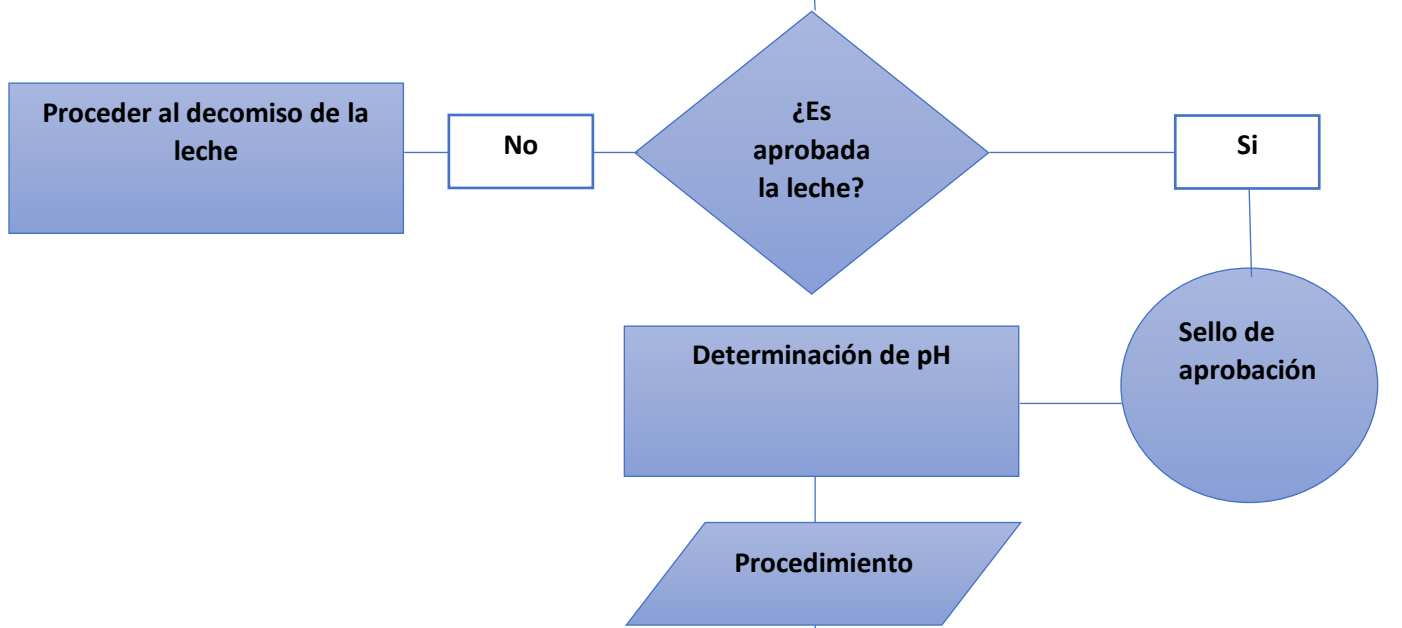
Si

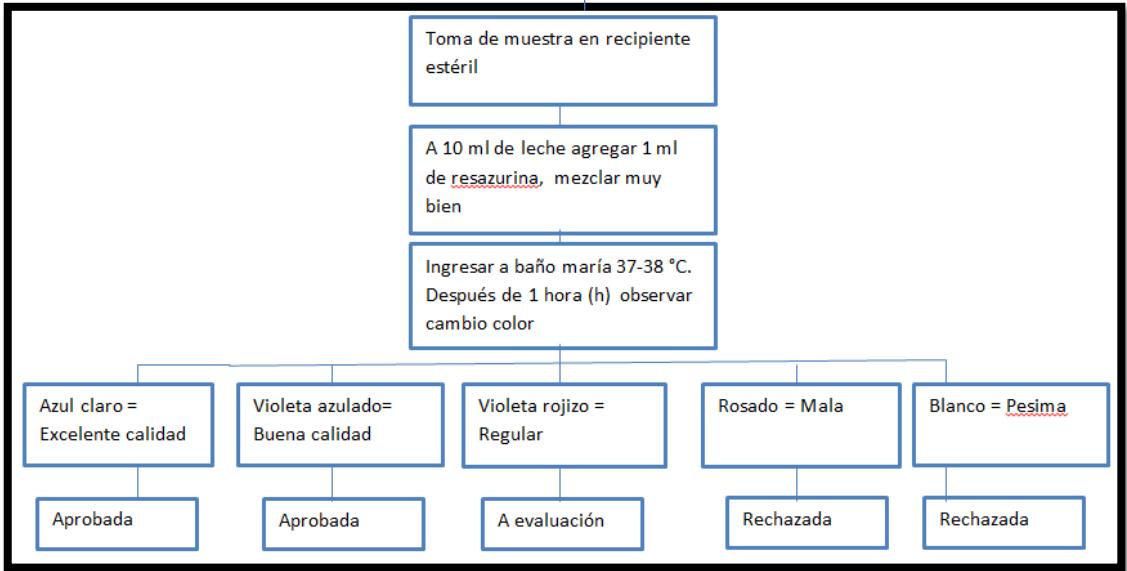
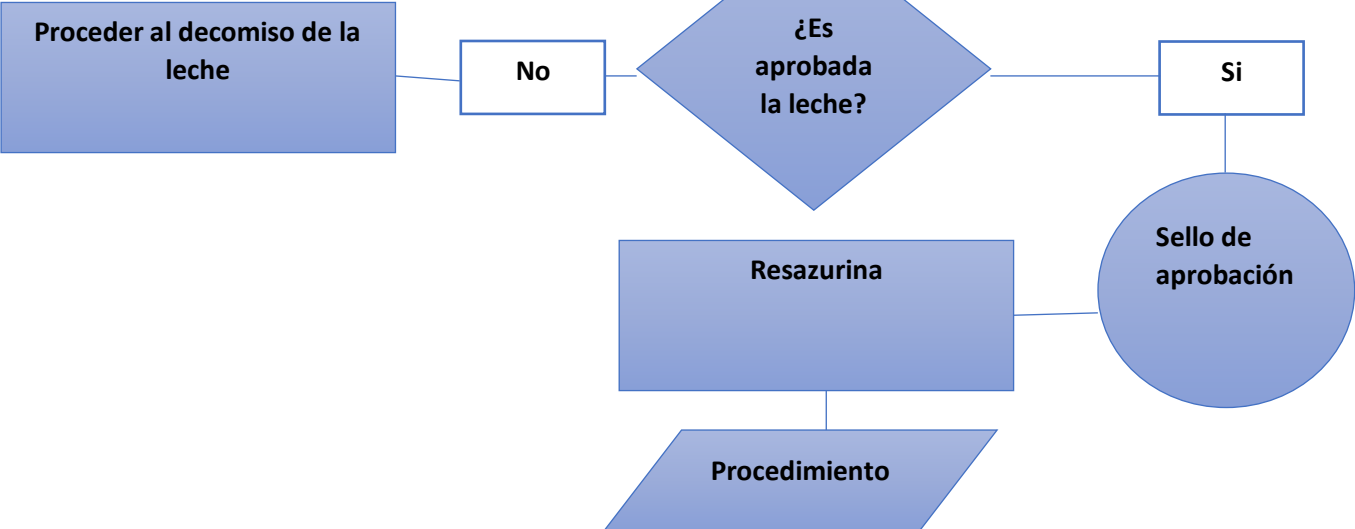
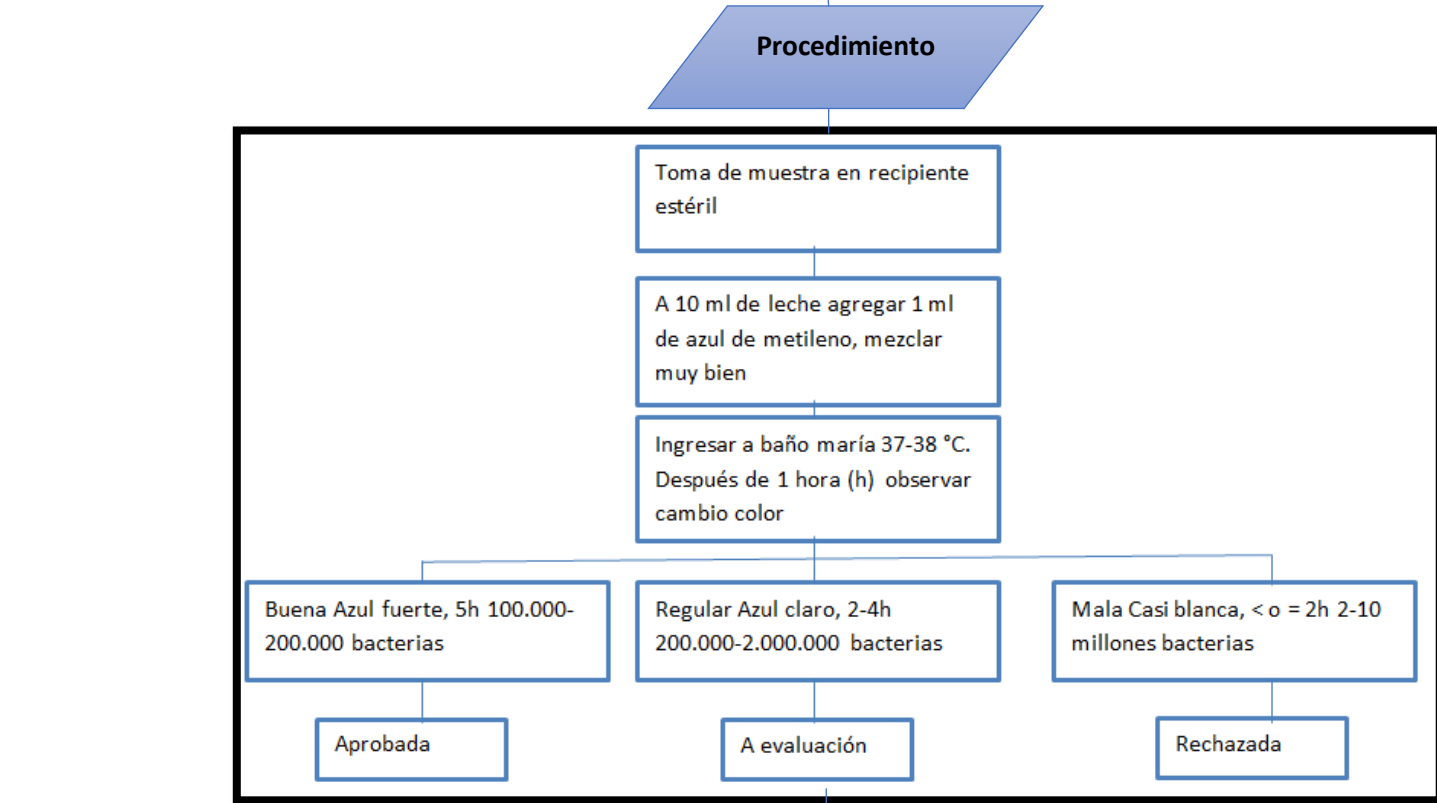
Peso específico

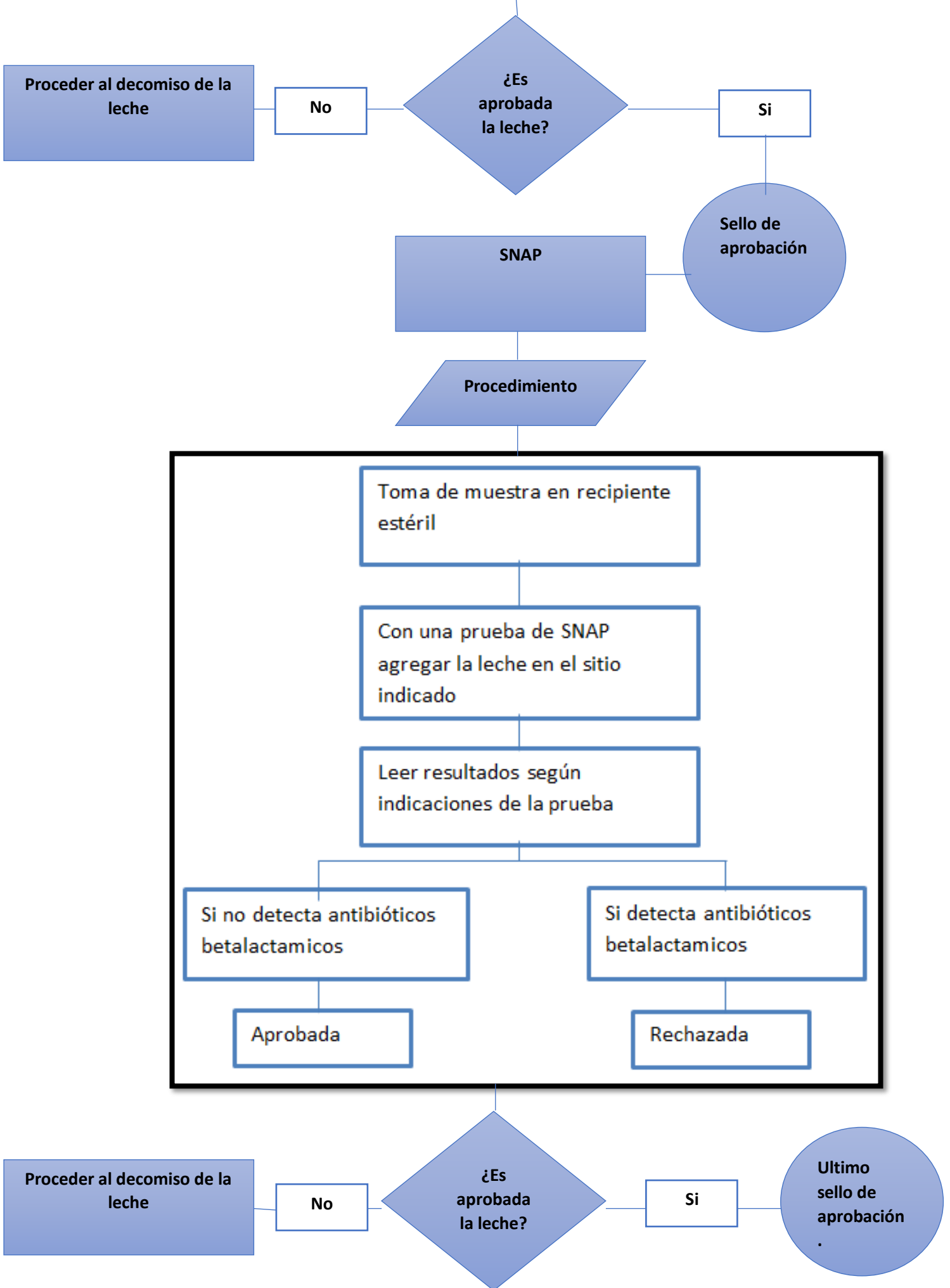


Procedimiento









RECOMENDACIONES

- A partir de la información recolectada debe estimularse la inscripción de los comercializadores en la entidad correspondiente, pues esta es la única manera de hacer una vigilancia.
- Es necesario buscar recursos que permitan dotar y sostener los laboratorios de salud pública con los equipos, reactivos y personal necesario para la vigilancia de la leche de forma que se asegure el seguimiento continuo de la calidad e inocuidad, y el cumplimiento de las normas sanitarias y de protección del consumidor.
- Capacitar a los pequeños comercializadores en cuanto a la correcta rutina de ordeño y manejo de los animales.
- Establecer un mecanismo que permita a los comercializadores acceder a recipientes y utensilios adecuados para el expendio de leche cruda.
- Desarrollar cursos de capacitación en manejo higiénico de la leche dirigido a los comercializadores.
- Las autoridades locales deben promover la asociatividad de los comercializadores de leche cruda, para mejorar las condiciones de comercialización.
- Buscar una estrategia que llegue hasta los productores e intermediarios de la leche cruda, de tal manera que la calidad de este producto inicie en los hatos y pueda mantenerse durante el transporte y comercialización.
- Es necesario priorizar los municipios donde debe realizarse la vigilancia basada en los datos obtenidos para los peligros biológicos.
- Generar estrategias dirigidas a los comercializadores de expendios encaminadas a lograr el cumplimiento de los requisitos sanitarios.
- Para el caso de antibióticos, sería importante que el INVIMA realizara un muestreo representativo que permita establecer la residualidad de estas sustancias, que tienen un impacto directo sobre la salud de los consumidores y no se eliminan en su totalidad con “hervir la leche”.

DISCUSIÓN

A pesar de la presencia de comercio y distribución de leche caprina cruda en la ciudad de Bogotá, no se encuentran disponibles reglamentaciones o normativas para inspeccionar la calidad higiénica de este producto. Como se ha señalado en este trabajo, diferentes estudios extranjeros comprueban la alta calidad nutricional que la leche de cabra posee, es por esto que este trabajo pretende aportar lineamientos técnicos auxiliares para el diseño de políticas públicas orientadas a hacer del comercio de leche caprina una alternativa tanto viable como segura para productores y consumidores.

Las ventajas del protocolo propuesto en este trabajo son las siguientes: el requerimiento de los utensilios para las pruebas sugeridas es de bajo costo y la obtención de los resultados es expedita, además se requiere una mínima capacitación sobre las pruebas y estas no requieren de laboratorios o infraestructura adicional para conseguir resultados fiables.

CONCLUSIONES

Aunque los riesgos de contaminación por el consumo de la leche cruda expedida en el comercio son bajas, se busca con la implementación de esta propuesta de protocolo garantizar la oferta de un producto totalmente inocuo al consumidor, disminuyendo al máximo los riesgos a la salud que esta leche cruda pueda causar.

A pesar de que la implementación de reglamentaciones que regulen la producción y distribución de leche de cabra sean necesarias, en Colombia este comercio se encuentra constituido principalmente por pequeños productores que le utilizan como una fuente de ingreso extra, no como su forma exclusiva de sostenimiento. Por otro lado, el impacto social que la implementación estricta de estas reglamentaciones podría ocasionar sobre la población consumidora no es desestimable, ya que la venta de vasos de leche de cabra se destina principalmente a familias de bajos recursos que requieren del dispendio de este producto (por lo demás asequible) como parte de su dieta diaria.

La venta de vasos de leche cruda de cabra ha sido un negocio largamente desapercibido por las autoridades competentes en el campo de la salubridad e higiene de

alimentos, por lo que es necesario investigación exhaustiva en torno a este comercio si se busca garantizar su continuación de forma más higiénica y segura para su consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alais, C. (1988). *Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera*. CIA. Editorial continental, S. A. de C. V.
- Amiot, J. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche*. Editorial Acribia
- Aréchiga, C., Aguilera, J., Rincón, R., Méndez de Lara, S., Bañuelos, R., & Meza, C. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9 (1), p. 1-14.
- Aréchiga, C., Aguilera, J., Rincón, R., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V., & Meza-Herrera, A. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9 (1), p. 1-14.
- Bustamante, C. (2015). *Evaluación del efecto del sistema de producción sobre el consumo de alimento y la producción de leche en cabras Saanen y Alpina* [Tesis de maestría sin publicar]. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia.
- Bustamante, C. (2019). La producción caprina en Colombia. *Tierras CAPRINO*, 28 (1), p. 55-59.
- Calderón, A., García, F. & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 11 (1), p. 725-37.
- Castellanos, J., Rodríguez, J., Toro, W., y Luengas, C. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva cárnica ovino-caprina en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/camiloprieto_sistemasdeproduccionpecuaria/agenda_ovino_caprina.pdf
- Chacón, A. (2019, octubre 11). *Calidad de la leche caprina* [presentación]. Cámara Nacional de Productores de leche, Costa Rica. <http://proleche.com/wp-content/uploads/2019/11/10.-Alejandro-Chac%C3%B3n-Calidad-de-leche-caprina.pdf>

- Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias. (2019). Resultados técnico-económicos Ganado Caprino de Leche Andalucía, Castilla-La Mancha, Castilla y León y Región de Murcia. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/ganadocaprinodeleche_tcm30-509538.pdf
- Fariñas, M., & Martínez-Martínez, L. (2013). Infecciones causadas por bacterias gramnegativas multirresistentes: enterobacterias, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* y otros bacilos gramnegativos no fermentadores. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 31 (6), p. 402-409.
- Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal*, 29 (2), 32-41.
- Ferraro, D. (2006). *Concepto de calidad de leche: su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor* [memorias]. I Seminario Internacional de la Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis, Colombia. https://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad_de_leche.htm.pdf
- Gómez, L., Rodríguez, D., & Villamizar, H. (2014). Caracterización de la cadena ovina y caprina en Colombia. *Revista Innovando en la U*, 5 (6), p. 75-83.
- Ivelio, A. & Soledad M. (2007). Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agroalim*, 12 (24), p. 105-117.
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). (2015). *Manual de inspección, vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas basado en riesgo para las entidades territoriales de salud*. <https://www.invima.gov.co/documents/20143/1402493/28.+Manual+de+IVC+de+Alimentos+y+Bebidas+basado+en+el+riesgo+para+Las+ETS.pdf>
- La Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias Departamento de Producción e Industria Animal Catedra de Ciencias y Tecnología de la leche (2003). *Introducción al control de calidad de la leche cruda guía práctica*. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoprapruebasdeplataforma_1693.pdf

- Máttar, S., Visbal, J., & Bermúdez, A. (2000). Zoonosis: ¿cerca o lejos de nosotros? *Revista MVZ Córdoba*, 5 (1), p. 5-9.
- Mercado, M., Gonzáles, V., Rodríguez, D. & Carrascal, A. (2013). *Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo*. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia/FAO. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf>
- Moreno, F., Rodríguez, G., Méndez, V., Osuna, L., & Vargas, M. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 14 (1), p. 61-83.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2002). *Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos: manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC)*. Grupo Editorial Dirección de Información de la FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2009). *Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos (CXC 57-2004)*. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B57-2004%252FCXC_057s.pdf
- Park, Y. (2006). Goat Milk Chemistry and Nutrition. En *Handbook of Milk of Non bovine Mammals* (p. 34-58). Blackwell Publishing Professional.
- Parodi, P., Barrionuevo, C., Corradetti, S. & Alicia, M. (2015). *Calidad de leche y queso de cabra. Evaluación de rendimiento quesero* [Tesis de grado sin publicar]. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Pedraza, J. (2019). *Implementación de una cartilla en producción animal sostenible en ovinos y caprinos acorde a los productores del municipio de Piedecuesta* [Trabajo de

Grado sin publicar] Universidad cooperativa de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Rentería, I. (2016). *Manual de prácticas de aseguramiento de la calidad de los productos pecuarios I*. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/5-Manual-de-practicas-de-aseguramiento-I.pdf>

Resolución no. 000012 de 2007, “Por la cual se establece el Sistema de Pago de la Leche Cruda al Productor”, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social (Colombia). <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No.%20000012%20de%202007.pdf>

Reyes, J., Villar, D., y Olivera, M. (2010). Evaluación de residuos de antimicrobianos por la prueba Delvotest en una cuenca lechera de Antioquia con alto índice de mastitis subclínica. *REDVET*, 11 (12), p. 1-10.

Rodríguez, J. (2015). *Estudio de factibilidad para la producción, industrialización y comercialización de leche pasteurizada de cabra (Capra hircus) en la Provincia de Pichincha* [Tesis de grado sin publicar]. Universidad San Francisco de Quito.

Rojas, A. (2014). Perspectivas sobre salud pública veterinaria, seguridad alimentaria y la iniciativa conjunta “Una Salud”. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 36 (3), p. 193–6.

Salvatierra, G., & Contreras, S. (2017). *Manual de producción caprina*. Boletín INIA no. 5. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile. <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-caprinos.pdf?sfvrsn=0>

Sellés, S., Pina, T., & Alejo, N. (2004). La gestión de la calidad a través de las normas ISO 9000 del año 2000: un estudio empírico. *Investigaciones Europeas*, 10 (2), p. 183-199.

Smith, N., Gordon, R., & Clark, F. (1946). *Aerobic Mesophilic spore-forming bacteria*. U.S. Department of Agriculture: Miscellaneous publications No. 559.

Trinks, F. (Ed.) (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos: metodología analítica oficial. Microorganismos indicadores*. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica de Argentina. http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf

Zambrano, J., & Grass, J., (2008). Valoración de la calidad higiénica de la leche cruda en la asociación de productores de leche de Sotará-Asproleso, mediante las pruebas indirectas de resazurina y azul de metileno. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 6 (2), p. 56-66.