

Inocuidad

en la cadena productiva de leche y queso

Guía práctica de aplicación de principios de
inocuidad dirigida a pequeños productores
de leche y fabricantes de queso en
Cundinamarca



Sonia Liliana Pertuz Cruz
Pedro Nel Pacheco Durán
Teresa Mosquera Vásquez
Laura Lorena Leuro Mosquera
Cecilia Margarita Torres González
Lina Mercedes Jurado Bastidas
Paula Andrea Ardila Arévalo
María Cecilia Delgado Niño

Convenio

Inocuidad **en la cadena productiva de leche y queso**

Guía práctica de aplicación de principios de inocuidad
dirigida a pequeños productores de leche
y fabricantes de queso en Cundinamarca.

Inocuidad en la cadena productiva de leche y queso

Guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de leche y fabricantes de queso en Cundinamarca.

Equipo técnico desarrollador Universidad Nacional de Colombia

Investigadora líder de la guía

Sonia Liliana Pertuz Cruz. Departamento Nutrición Humana,
Facultad de Medicina

Equipo desarrollador

Pedro Nel Pacheco Durán

Laura Lorena Leuro Mosquera

Cecilia Margarita Torres González

Lina Mercedes Jurado Bastidas

Paula Andrea Ardila Arévalo

Equipo de dirección del proyecto

Teresa Mosquera Vásquez. Facultad de Ciencias Agrarias

María Cecilia Delgado Niño. Facultad de Ciencias Agrarias

Convenio:



Gobernación de
Cundinamarca



Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Pertuz Cruz, Sonia Liliana, 1973-

Inocuidad en la cadena productiva de leche y queso : guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de leche y fabricantes de queso en Cundinamarca / Equipo técnico desarrollador Universidad Nacional de Colombia: investigadora líder de la guía, Sonia Liliana Pertuz Cruz ; Equipo desarrollador: Pedro Nel Pacheco Durán, Laura Lorena, Leuro Mosquera, Cecilia Margarita Torres González, Lina Mercedes Jurado Bastidas, Paula Andrea Ardila Arévalo ; Equipo de dirección del proyecto: Teresa Mosquera Vásquez, María Cecilia Delgado Niño. -- Primera edición. -- Bogotá : Universidad Nacional de Colombia : Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, 2024.

(73 páginas) : ilustraciones, diagramas

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-505-771-5 (impreso). -- ISBN 978-958-505-772-2 (digital)

1. Productos lácteos -- Tratamiento 2. Leche -- Calidad 3. Queso -- Calidad 4. Calidad de los alimentos 5. Inocuidad alimentaria 6. Control de alimentos 7. Higiene de la leche 8. Procesamiento de productos lácteos -- Control de calidad 9. Industria lechera -- Control de la producción -- Cundinamarca (Colombia) -- Manuales 10. Evaluación de riesgos 11. Análisis de peligros y puntos de control crítico (Sistema de seguridad alimentaria) 12. Industria alimentaria -- Control de calidad 13. Industria alimentaria -- Salubridad 14. Seguridad alimenticia -- Investigaciones -- Manuales I. Pacheco Durán, Pedro Nel II. Leuro Mosquera, Laura Lorena III. Torres González, Cecilia Margarita IV. Jurado Bastidas, Lina Mercedes V. Ardila Arévalo, Paula Andrea VI. Mosquera Vásquez, Teresa de Jesús, 1964-, director de proyecto VII. Delgado Niño, María Cecilia, 1962-, director de proyecto VIII. Título

CDD-23 637 / 2025

CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL CTA-2
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ
Calle 44 N.º 45-67 Unidad Camilo Torres Edificio 826
Bloque A-1 Oficina 101
Teléfono (57-1) 316 5000 Extensión 10248 Bogotá, D. C.
Colombia
Código postal: 111321

CITACIÓN SUGERIDA: Pertuz, S. L., Pacheco, P. N., Leuro, L. L., Torres, C. M., Jurado, L. M., Ardila, P. A., Jiménez, C. C., Mosquera, T., Delgado, M. C. (2025). Inocuidad en la cadena productiva de leche y queso: Guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de leche y fabricantes de queso en Cundinamarca. Bogotá D. C., Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.

PREPARACIÓN EDITORIAL

Mesa Editorial
Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Primera edición, 2025

ISBN impreso: 978-958-505-771-5
ISBN digital: 978-958-505-772-2

COORDINACIÓN EDITORIAL:

Rodrigo Orlando Pinzón Caballero I. A.
Luis Gabriel Bautista Montealegre I. A. M. Sc.

CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD: El presente documento hace parte del subproyecto de investigación denominado "Calidad nutricional y seguridad alimentaria para los escolares y sus familias en Bogotá y Cundinamarca". Su contenido es el resultado consolidado del componente "Inocuidad en la cadena productiva de leche y queso a partir de la experiencia en algunos municipios de Cundinamarca Bogotá D.C."

DISEÑO GRÁFICO:

Andrés Conrado Montoya Acosta
Sonia Lucía Güiza Ariza

Los autores de este documento declaran que el método de investigación utilizado en desarrollo del proyecto, se enmarca en el cumplimiento de las normas vigentes en Colombia para esta clase de investigación, así como a las normas institucionales que regulan la materia; razón por la cual, asumen la responsabilidad del contenido de esta publicación, toda vez que hace parte de la contribución científica que desde su disciplina profesional realizaron en desarrollo del proyecto de investigación en el año 2020. Por lo anterior, los resultados de investigación obtenidos deben ser comprendidos de acuerdo con el periodo en el que se ejecutó el proyecto y no con el de su fecha de publicación.

IMPRESIÓN:

DGP Editores S.A.S
Bogotá D. C.
2025

Queda prohibida la reproducción total o parcial o utilización del contenido de esta publicación sin la previa autorización escrita por parte del proyecto.



El contenido del presente documento se acoge a la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDeriv 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0 DEED). Su copia o redistribución debe incluir el crédito correspondiente a los autores y autoras, así como a las entidades editoriales y no debe tener fines comerciales. Se puede consultar la licencia en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>.

Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Entidad Ejecutora:

Gobernación de Cundinamarca

Jorge Emilio Rey Ángel

Gobernador

Comité Directivo

Gobernación de Cundinamarca

Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación

Hjalmar Arturo Melo Román

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

Carolina Chica Builes

Directora de Economía Rural y Abastecimiento Alimentario

Universidad Nacional de Colombia

Vicerrectoría de Investigación

Teresa de Jesús Mosquera Vásquez

Directora de Investigación y Extensión Sede Bogotá

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Centro de Investigación Tibaitatá

Carlos Alberto Herrera Heredia

Coordinación de Innovación Regional

Comité Técnico Científico **Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2**

Gobernación de Cundinamarca
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación
Olga Lucía Guzmán Morales
Asesora de despacho

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.
Secretaría Distrital de Desarrollo Económico
Astrid Milena Alarcón

Universidad Nacional de Colombia
Dirección de Investigación y Extensión – Sede Bogotá
Bethsy Támara Cárdenas Riaño
Directora de Investigación y Extensión Sede Bogotá

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA
Centro de Investigación Tibaitatá
Carlos Alberto Herrera Heredia
Coordinación de Innovación Regional
C. I. Tibaitatá

Directora de proyecto

Saira Maria Espinosa Sánchez

Supervisión

Gobernación de Cundinamarca
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación
Oscar Alberto Villalba Pulido
Gerente de proyectos

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una estrategia de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, en la cual participan actores directivos del sector agropecuario y agroindustrial de Cundinamarca y Bogotá, D. C., con el fin de aunar esfuerzos en actividades de desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sus capacidades están orientadas a la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, que permitan la transferencia tecnológica al sector agropecuario y agroindustrial.

El presente documento es uno de los resultados del Subproyecto “Calidad nutricional y seguridad alimentaria para los escolares y sus familias en Bogotá y Cundinamarca”, desarrollado en el marco del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, Proyecto “Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oriente”, suscrito por la Gobernación de Cundinamarca, a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación; la Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico; la Universidad Nacional de Colombia, y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, antes Corpoica). El Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 es financiado con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Se aclara además que los resultados de investigación obtenidos deben ser comprendidos de acuerdo con el periodo en el que se ejecuto el proyecto y no el de su fecha de publicación.

Contenido

| | |
|---|----|
| Agradecimientos..... | 13 |
| Presentación | 15 |
| Hacia la comprensión del concepto de inocuidad, sanidad y seguridad de alimentos..... | 17 |
| Concepto de Seguridad Alimentaria y Nutricional..... | 17 |
| Calidad alimentaria..... | 18 |
| Qué es inocuidad | 19 |
| Alimentos sanos y seguros | 20 |
| Importancia de garantizar el consumo de alimentos sanos y seguros..... | 20 |
| Sistemas de calidad | 21 |
| Medidas sanitarias y fitosanitarias | 22 |
| Análisis de riesgo en el contexto del sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias..... | 23 |
| Responsables de garantizar la inocuidad y la seguridad de alimentos en Colombia | 24 |
| Cadena agroalimentaria | 25 |

| | |
|---|----|
| Normas actuales que reglamentan aspectos relacionados con alimentos sanos y seguros | 27 |
| Peligros, riesgos y trazabilidad | 32 |
| Pasos por seguir para realizar un análisis de riesgo | 35 |
| Paso 1. Elaborar la representación gráfica o diagrama que represente la cadena productiva del alimento objeto de estudio | 40 |
| Paso 2. Caracterizar el entorno o las condiciones medioambientales que puedan aportar elementos contaminantes..... | 46 |
| Paso 3. Identificación de puntos críticos y esquematización de los mismos | 46 |
| Paso 4. Confirmación de los peligros a partir de análisis de laboratorio, encuestas con actores y análisis de variables ambientales (opcional) | 50 |
| Paso 5. Gestión del riesgo: definición de medidas correctivas y de responsables..... | 62 |
| Paso 6. Comunicación del riesgo: sensibilización y aporte de elementos | 66 |

Agradecimientos

El equipo de trabajo expresa su agradecimiento a todas las instituciones y actores de municipios de Cundinamarca que hicieron posible la realización del trabajo campo y que permitieron llegar a la construcción de esta guía como un instrumento de apoyo para la aplicación de los principios básicos de inocuidad en sus contextos particulares. Sin el aporte de las alcaldías, instituciones educativas, productores, empresas de lácteos, comercializadores, coordinadores y operadores logísticos no se hubiese podido obtener el presente documento.

A la estudiante Cindy Caroline Jiménez Bernal.

Presentación

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una estrategia de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, en la cual participan actores directivos del sector agropecuario y agroindustrial de Cundinamarca y Bogotá D.C., con el fin de aunar esfuerzos en actividades de desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sus capacidades están orientadas a la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, que permitan la transferencia tecnológica al sector agropecuario y agroindustrial.

En el año 2017 la Universidad Nacional de Colombia y el Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 realizaron el proyecto de investigación “Calidad nutricional y seguridad alimentaria para los escolares y sus familias en Bogotá y Cundinamarca”.

En el marco de este proyecto se incluyó el componente Calidad e Inocuidad, el cual tenía como objetivo caracterizar los procesos productivos de los tres alimentos de mayor consumo por parte de escolares pertenecientes al Programa de Alimentación Escolar (PAE), entre ellos, leche y queso, con el fin de proponer una herramienta práctica, de aplicación preliminar a los procesos de control regulatorios, que permitiera a productores y consumidores adoptar medidas oportunas de corrección ante una situación que pudiera afectar la inocuidad de los alimentos.

Para el desarrollo de la herramienta se adoptaron aspectos metodológicos del enfoque “De la granja a la mesa”, planteado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), con el fin de identificar los principales peligros que potencialmente pudieran representar riesgos para el consumidor y que pueden ocurrir a lo largo de la cadena alimentaria (FAO, 2003).

En este contexto, este documento corresponde al resultado de una revisión teórica de las cadenas productivas de leche y queso referenciadas en el país, la

constatación y validación en campo mediante visita directa a pequeñas unidades de producción, entrevistas, análisis y determinación de puntos críticos y algunas determinaciones analíticas. Con esta información se propone un formato o matriz con todas las etapas de la cadena, que permite la verificación del cumplimiento de ciertos parámetros básicos de inocuidad al hacer seguimiento del proceso. El instrumento permite la asignación de un puntaje o valor para la calificación que hace posible establecer un índice de riesgo potencial y la necesidad o no de realizar correctivos, o implementar acciones de mejora que alerten sobre la necesidad de ajustar procesos de manera oportuna y refuercen la realización de prácticas que, por su implementación, garantizan la calidad del alimento producido.

El presente documento pretende aportar una estrategia preliminar de trazabilidad práctica, idónea y económica, desarrollada a partir de un proceso de observación y análisis en campo, para contribuir al mejoramiento de la calidad y seguridad de los alimentos producidos y consumidos por la población que habita en la zona.

Hacia la comprensión del concepto de inocuidad, sanidad y seguridad de alimentos

El análisis de las cadenas productivas *in situ* y de los factores determinantes de la calidad e inocuidad de los alimentos generados requiere un conocimiento previo de conceptos básicos asociados a calidad, inocuidad, seguridad y metodologías de evaluación, así como su incorporación en el contexto de las políticas alimentarias y la normatividad que subyace a la propuesta de lineamientos que garanticen características asociadas con la calidad de los alimentos. En su mayoría, los conceptos fueron propuestos desde el planteamiento de los llamados “Principios generales del Codex de higiene de los alimentos” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s.f.).

Concepto de Seguridad Alimentaria y Nutricional

El concepto de seguridad alimentaria surge en la década de 1970 y se centra en la importancia de la disponibilidad de alimentos. No obstante, en los años noventa se incorporaron las preferencias culturales y la inocuidad desde la perspectiva de la seguridad alimentaria y nutricional planteada por el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá [INCAP] (FAO, 2011).

La seguridad alimentaria y nutricional se encuentra definida según la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional como “la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa” (Ministerio de Salud y Protección Social et. al., 2007).

Con respecto a la calidad e inocuidad, se indica que hace referencia al “conjunto de características de los alimentos que garantizan que sean aptos para el consumo humano, que exigen el cumplimiento de una serie de condiciones y medidas necesarias durante la cadena agroalimentaria hasta el consumo y el aprovechamiento de los mismos, asegurando que una vez ingeridos no representen un riesgo (biológico, físico o químico) que menoscabe la salud.” (Ministerio de Salud y Protección Social et. al., 2007). En este sentido, es evidente la necesidad de caracterizar las cadenas productivas así como definir los roles y responsabilidades de todos los actores que están implicados en cada uno de los eslabones de la cadena alimentaria (Ferrandis-García Aparisi, 2014).

Lo anterior, lleva implícita la producción y elaboración de alimentos sanos y seguros, por cuanto la inocuidad y la seguridad alimentaria tienen una estrecha relación manifiesta en la que se espera que el consumo de alimentos inocuos y de calidad genere un efecto positivo en el mejoramiento de los problemas nutricionales de la población (Organización Panamericana de la Salud [OPS] y Organización Mundial de la Salud [OMS], 2014; OPS, 2017). Desde este punto de vista, la inocuidad y la calidad de los alimentos constituyen un eje transversal en la política de seguridad alimentaria y nutricional (Ministerio de Salud y Protección Social et. al., 2007). En este mismo sentido, la OPS estableció que no hay seguridad alimentaria sin inocuidad de los alimentos, ya que esta característica es clave como parte de las dimensiones de la seguridad alimentaria (FAO y OPS, 2019).

Calidad alimentaria

La calidad de un alimento es un concepto amplio. En términos generales, hace referencia a atributos que posee el alimento –tanto de composición como de presentación– que influyen en el valor que le dan los clientes o consumidores, así como a su valor nutritivo y aspecto sanitario (FAO y Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2002). En este sentido, la calidad hace referencia a una amplia gama de factores, asociados con características sensoriales, aporte de energía y nutrientes –en atributos y cantidades adecuadas para quien los consume–, así como a las condiciones de inocuidad en las que los alimentos son almacenados, preparados y consumidos.

Qué es inocuidad

En los principios generales de higiene de los alimentos, formulados por el Codex Alimentarius en 1969, se definió la inocuidad como “la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan” (FAO, s.f.). Con el transcurrir de los años, durante las décadas de los años setenta, ochenta e incluso noventa del siglo XX, los códigos de prácticas de higiene ratificaron la adopción de dicho concepto. Posteriormente se formularon códigos específicos para grupos de alimentos específicos, como leche y productos lácteos.

Un alimento inocuo es aquel que no presenta agentes físicos, químicos o biológicos que constituyan riesgo para la salud de las personas.

La inocuidad se genera desde la producción primaria, es decir, desde la finca y se transfiere a otras fases de la cadena productiva, incluso en la manipulación, la preparación y el consumo de los alimentos; dicho de otro modo, la inocuidad va “de la granja a la mesa” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). El fin último de la inocuidad es la protección de los consumidores frente a enfermedades transmitidas por alimentos que no sean aptos para el consumo humano. Esto implica la ausencia de agentes patógenos o de contaminantes químicos, o con otras características peligrosas, que conlleven potenciales riesgos para la salud (OPS, s.f. a).

Por lo tanto, es importante mencionar que una de las estrategias clave para garantizar la inocuidad e idoneidad de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria es la implementación de buenas prácticas, dentro de las cuales podemos mencionar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), Buenas Prácticas en la Utilización de Medicamentos Veterinarios (BPMV) y Buenas Prácticas de Manipulación (BPM) [FAO, 2003].

Alimentos sanos y seguros

Un alimento sano es aquel que no ha sufrido daño o deterioro (OPS, s.f. a). Por su parte, un alimento seguro es un alimento inocuo, libre de microorganismos peligrosos (bacterias, virus, parásitos u hongos), químicos (alérgenos, residuos de medicamentos, agroquímicos o toxinas) o agentes físicos externos (tierra, pelo, insectos) [FAO, 2015; OPS, 2018]. En Colombia, el concepto de alimento seguro implica que este es producido con participación multisectorial y con enfoque de trazabilidad preventivo a lo largo de la cadena (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011; Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2015b).

La seguridad de los alimentos también se encuentra asociada a su periodo de vida útil. Todos los alimentos pierden sus condiciones de calidad originales a través del tiempo e inician procesos de deterioro. Para garantizar la seguridad se suelen crear parámetros, a menudo dispuestos en la normatividad, para verificar si el alimento es apto para consumo humano y cumple con estándares de calidad.

Evaluar la seguridad de un alimento se orienta a poner de manifiesto la presencia de sustancias dañinas para la salud de quien lo consume (Bello, 2000).

La seguridad implica valorar componentes o microorganismos que, en determinadas cantidades en el alimento, podrían convertirlo en una fuente de peligros que supongan riesgos para la salud.

Importancia de garantizar el consumo de alimentos sanos y seguros

La política nacional de seguridad alimentaria y nutricional plantea ocho líneas de acción, entre las cuales se incluyen la protección al consumidor mediante la garantía de calidad e inocuidad de los alimentos, con el fin de fortalecer la inspección, vigilancia y control en los procesos productivos y el análisis de riesgos (Ministerio de Salud y Protección Social et ál., 2007). Adicionalmente, generar productos inocuos disminuye el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos y por el agua, a la vez que favorece la probabilidad de comercializar en

mercados cada vez más competitivos y exigentes (Ministerio de Salud y Protección Social et ál., 2007).

Finalmente, es importante destacar que la garantía de alimentos sanos y seguros es un propósito que se logra con acciones multidisciplinarias, con la sensibilización de los actores implicados y mediante el control de aquellos alimentos que, por su naturaleza, pueden representar riesgo para la salud pública, tales como la leche y derivados, carne y derivados, alimentos precocidos, agua envasada y alimentos infantiles, entre otros (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2015c).

Es indispensable proteger la salud del consumidor mediante la implementación de acciones a lo largo de la cadena que garanticen alimentos sanos y seguros.

Sistemas de calidad

La Comisión del Codex Alimentarius introdujo en el año de 1997 los principios y directrices del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos de Control Críticos (APPCC), desarrollado en Estados Unidos como un instrumento que facilitaba la gestión de riesgos asociados a la falta de inocuidad, mediante la acción de los actores involucrados, así como el uso eficaz de los recursos (FAO y Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2002). A partir de esta propuesta los países han venido desarrollando y adaptando sus sistemas de autocontrol, que se formulan para ser aplicados a lo largo de la cadena y que se basan en principios de seguridad de los productos, responsabilidad sobre estos, trazabilidad, transparencia, emergencia, cooperativismo y prevención (Ferrandis-García Aparisi, 2014).

Un sistema de aseguramiento de calidad en alimentos se define como un conjunto de normas y procedimientos que tienen por objetivo reducir los riesgos y obtener alimentos seguros para el ser humano, así como asegurar el cumplimiento de las leyes que protejan al consumidor frente a alimentos inseguros, impuros, y/o presentados fraudulentamente. Integra estrategias preventivas y educativas que protejan de principio a fin la cadena productiva de alimentos y que, además,

incluyan la aplicación efectiva de requisitos, junto con la capacitación, promoción e implementación de programas de extensión para la comunidad.

Los principales objetivos de los sistemas nacionales de control de los alimentos son los siguientes:

- Proteger la salud pública mediante la reducción del riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos.
- Proteger a los consumidores de alimentos insalubres, mal etiquetados o adulterados.
- Contribuir al desarrollo económico, mantener la confianza de los consumidores en los sistemas de producción de alimentos y proporcionar una base sólida reglamentaria para el comercio nacional e internacional de comida (FAO, 2003).

Dentro de los principales sistemas de aseguramiento de la calidad de los alimentos se encuentran el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), el Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC), las Medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF) y el Total Quality Management (TQM).

Medidas sanitarias y fitosanitarias

Las Medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF) son un conjunto de reglas que tienen como objetivo proteger la salud de las personas, animales y plantas, lo cual permite obtener una garantía sanitaria de inocuidad y sanidad, tanto animal como vegetal (Espinosa-Fenwarth, 2013).

Las MSF son aplicables a todos los productos que se encuentren dentro de la cadena agroalimentaria, en un enfoque “De la granja hasta la mesa” (Espinosa-Fenwarth, 2013). Adicionalmente, el sistema MSF se fundamenta en el análisis de riesgo, por lo cual su carácter preventivo permite ofrecer productos seguros para los consumidores y el comercio (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural et ál., 2005).

La gestión del riesgo que contemplan las MSF permite identificar, controlar y prevenir los posibles peligros biológicos, químicos y ambientales.

Análisis de riesgo en el contexto del sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias

La dinámica internacional exige de los sistemas MSF una orientación y un accionar soportado en el análisis de riesgo, en donde la aplicación de sus principios básicos constituya el soporte de la institucionalidad del sistema. El enfoque de análisis de riesgo es la base para la organización y operación de los sistemas MSF.

Para su implementación se deben desarrollar tres componentes: la evaluación del riesgo, la gestión de riesgo y la comunicación del riesgo (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural et ál., 2005).

1. **Evaluación del riesgo:** soporte de carácter científico y técnico, cuyo propósito es identificar los peligros que requieren decisiones y acciones para proteger la salud humana y la sanidad agropecuaria. En este sentido, los sistemas MSF deben realizar de manera prioritaria la caracterización del peligro potencial en los diversos niveles y el grado de exposición que permita caracterizar el riesgo, para determinar el nivel de seguridad que debe ser asumido, de acuerdo con la consideración de peligros agudos y crónicos.
2. **Gestión del riesgo:** a través de la aplicación de este principio, en el sistema MSF se ponderan las distintas políticas, regulaciones y procedimientos posibles bajo el amparo de los resultados de la evaluación del riesgo, y se proceden a elegir y aplicar las acciones MSF apropiadas, que incluyen en su orden:
 - a. Emisión de las medidas sanitarias y fitosanitarias.
 - b. Desarrollo de las acciones de control, dentro de las cuales se encuentran las campañas de control o prevención; el diagnóstico; la inspección, vigilancia y control; la vigilancia epidemiológica, y la atención de asuntos emergentes y emergencias sanitarias.

- c. Acciones preventivas, tales como el desarrollo de programas de gestión en inocuidad correspondientes a las buenas prácticas agrícolas (BPA), las buenas prácticas higiénicas (BPH), las buenas prácticas de manufactura (BPM), el sistema HACCP (análisis de peligros y puntos críticos de control, por sus siglas en inglés) y la trazabilidad (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural et ál., 2005).
- 3. Comunicación del riesgo:** consiste en las acciones que el sistema MSF debe desarrollar para lograr el intercambio interactivo de información y opiniones sobre el riesgo, entre los evaluadores del riesgo, los encargados de su gestión, los consumidores y otros interesados. Contempla las actividades de estrategias de comunicación y educación a las autoridades sanitarias y los actores de la cadena, hasta el consumidor final (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural et ál., 2005).

Las anteriores exigencias de enfoque planteadas a los sistemas MSF tienen el propósito de garantizar la protección de la salud de las personas, animales y plantas, y asegurar las condiciones del comercio a través de la adopción de estrategias de control y prevención basadas en el riesgo (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural et ál., 2005).

Responsables de garantizar la inocuidad y la seguridad de alimentos en Colombia

El primer elemento que se debe considerar es que la inocuidad de un alimento es responsabilidad de todos los actores que han participado en su proceso de producción, acondicionamiento o preparación. En este sentido, la aplicación de instrumentos de autocontrol es un primer paso, que sensibiliza y permite la toma de medidas preventivas o correctivas en forma oportuna.

A nivel institucional la inocuidad de los alimentos, como un atributo fundamental de la calidad que involucra la producción primaria, se transfiere a otros eslabones de la cadena alimentaria. La inocuidad de las cadenas agroalimentarias se considera, entonces, una responsabilidad conjunta de los organismos gubernamentales referidos en la Figura 1 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015a).

A nivel de cadena productiva, es importante mencionar que en todos sus eslabones se debe velar por la calidad de los alimentos. Como punto fundamental, es indispensable para la aplicación de los sistemas de autocontrol conocer y aplicar las directrices dadas por los organismos de control y/o gubernamentales correspondientes.



Figura 1 Entidades gubernamentales responsables de garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos en Colombia.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Ministerio de Salud y Protección Social (2015).

Cadena agroalimentaria

Las cadenas agroalimentarias cubren todas las etapas de la producción agropecuaria de alimentos, y son el proceso de una serie de acontecimientos que van desde la provisión de insumos, producción, transformación, comercialización, distribución y consumo (FAO, 2013) [Figura 2].

- **Producción primaria:** este es el primer eslabón de la cadena alimentaria, cría, producción o cultivo de los productos de la tierra, ganadería, pesca, caza, entre otros. La producción primaria proporciona la materia prima de la cadena.
- **Transformación:** la industria alimentaria se encarga de la preparación o elaboración de los alimentos, utilizando la materia prima que llega desde la producción primaria.

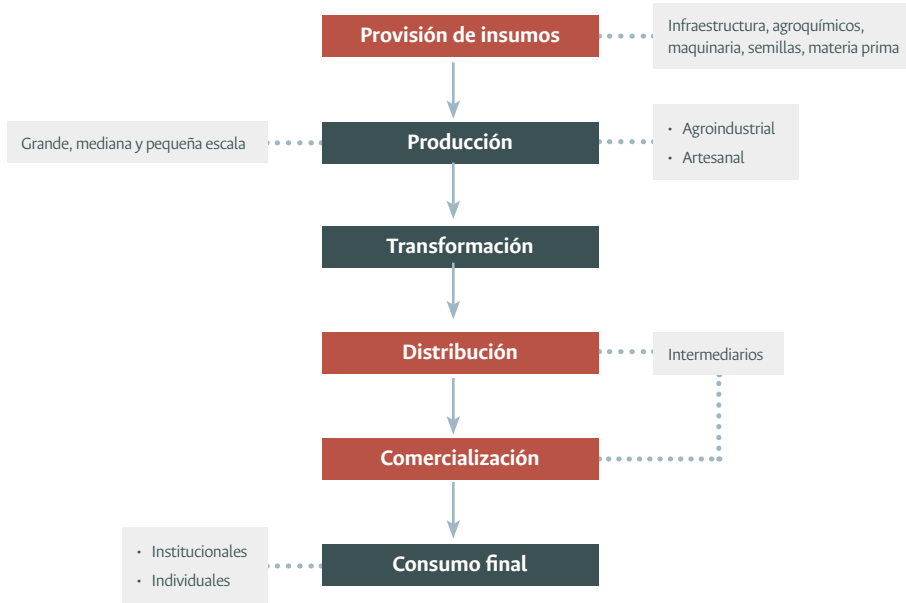


Figura 2 Etapas generales de una cadena agroalimentaria.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Agencia de Sanidad y Consumo del Principado de Asturias (s. f.).

- **Comercialización:** durante el proceso de comercialización y venta de los productos preparados en la industria, se le ofrecen al consumidor en tiendas, supermercados, hipermercados y otros establecimientos similares.
- **Consumo:** los consumidores constituyen el último eslabón de la cadena alimentaria. Sobre ellos recaen importantes responsabilidades para garantizar la seguridad de los alimentos (Agencia de Sanidad y Consumo del Principado de Asturias, s.f.).

En la Figura 3 se muestra un esquema que ilustra los grandes eslabones de la cadena productiva de leche.

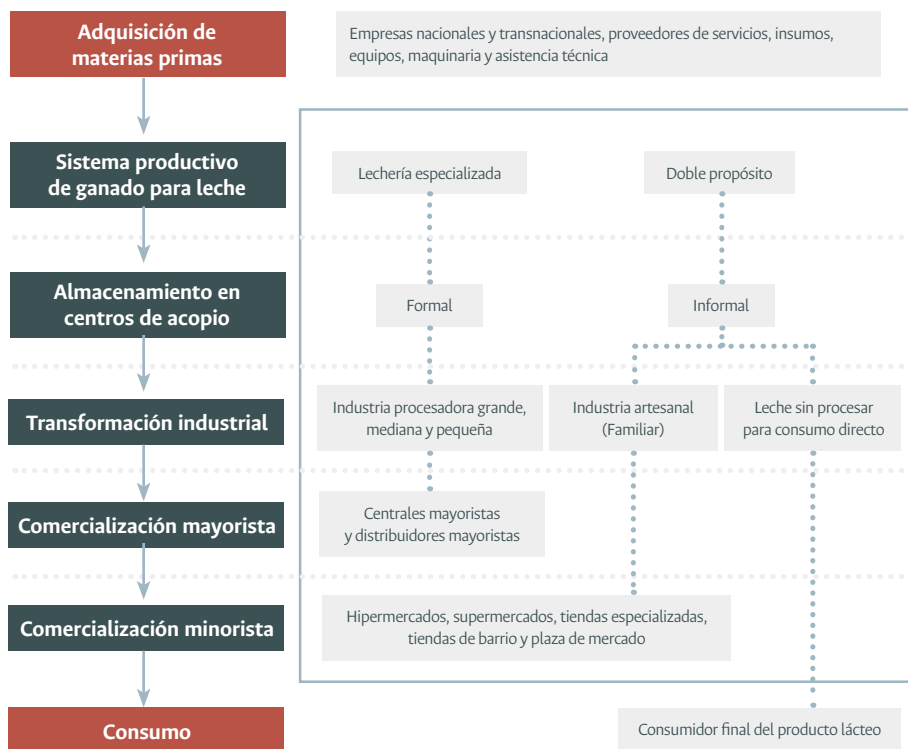


Figura 3 Eslabones de la cadena productiva de leche.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2015).

Normas actuales que reglamentan aspectos relacionados con alimentos sanos y seguros

La reglamentación vigente en inocuidad de alimentos está organizada en una regulación transversal y específica (Tabla 1).

Tabla 1 Normatividad nacional transversal relacionada con inocuidad de alimentos.

| Documento normativo | Objeto |
|-------------------------|---|
| Ley 9 de 1975 | Código Sanitario Nacional. Título V. Alimentos. |
| Resolución 4547 de 1998 | Definir y adoptar los exámenes de laboratorio que son de interés en salud pública, a realizar en alimentos, bebidas, medicamentos, cosméticos, insumos para la salud y productos varios. |
| Decreto 60 de 2002 | Promover la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC), como sistema o método de aseguramiento de la inocuidad de los alimentos y establecer el procedimiento de certificación al respecto. |
| Resolución 5109 de 2005 | Establecer el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos que deben cumplir los rótulos o etiquetas de los envases o empaques de alimentos para consumo humano envasados o empacados, así como los de las materias primas para alimentos, con el fin de proporcionar al consumidor una información sobre el producto lo suficientemente clara y comprensible que no induzca a engaño o confusión y que permita efectuar una elección informada. |
| Conpes 3375 de 2005 | Política nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad de alimentos para el sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias |
| Conpes 3446 de 2006 | Lineamientos para la Política Nacional de la Calidad. |
| Decreto 1575 de 2007 | Establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada. |
| Ley 1480 de 2011 | Regular los derechos y las obligaciones surgidas entre los productores, proveedores y consumidores, así como la responsabilidad de los productores y proveedores, tanto sustancial como procesalmente. |
| Resolución 333 de 2011 | Establecer el reglamento técnico a través del cual se señalan las condiciones y requisitos que debe cumplir el rotulado o etiquetado nutricional de los alimentos envasados o empacados nacionales e importados para consumo humano que se comercialicen en el territorio nacional, con el fin de proporcionar al consumidor una información nutricional lo suficientemente clara y comprensible sobre el producto, que no induzca a engaño o confusión y le permita efectuar una elección informada. |
| Resolución 2674 de 2013 | Establecer los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas. |
| Decreto 539 de 2014 | Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los importadores y exportadores de alimentos para el consumo humano, materias primas e insumos para alimentos destinados al consumo humano y se establece el procedimiento para habilitar fábricas de alimentos ubicadas en el exterior. |

Nota: Recopilación de normas vigentes realizada por equipo de CTA-2 en el año 2017.

Tabla 2 Normatividad nacional específica de la cadena de lácteos y derivados.

| Documento normativo | Objeto |
|--------------------------|--|
| Resolución 2310 de 1986 | Se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos. |
| Resolución 1804 de 1989 | Modifica la Resolución 2310 de 1986, que reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos. |
| Resolución 11961 de 1989 | Se modifica parcialmente la Resolución 2310 del 24 de febrero de 1986. |
| Ley 914 de 2004 | Por la cual se crea el Sistema Nacional de Identificación e Información de Ganado Bovino. |
| Decreto 616 de 2006 | Establecer el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos que debe cumplir la leche de animales bovinos, bufalinos y caprinos destinada para el consumo humano, con el fin de proteger la vida, la salud y la seguridad humana, y prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores. |
| Resolución 2906 de 2007 | Por la cual se establecen los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en alimentos para consumo humano. |
| Resolución 2997 de 2007 | Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los lacto-sueros en polvo como materia prima de alimentos para consumo humano y otras disposiciones. |
| Decreto 1673 de 2010 | Modificación del Artículo 50 del Decreto 616 de 2006 “Rotulación de la leche en polvo en presentación en sacos, como materia prima importada”. |
| Conpes 3376 de 2010 | Consolidación de la política sanitaria y de inocuidad para las cadenas láctea y cárnica. |
| Decreto 1880 de 2011 | Por la cual se establecen los requisitos de la comercialización de leche cruda para consumo humano en el territorio nacional. |
| Resolución 4506 de 2013 | Por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones. |
| Resolución 1382 de 2013 | Por la cual se establecen los límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal, destinados al consumo humano. |
| NTC 3856 de 2004 | Establece los requisitos que deben cumplir las leches ultra alta temperatura (UAT, o UHT por sus siglas en inglés), ultra alta temperatura larga vida y leche ultra pasteurizada (microbiológicos). |
| NTC 750 de 2009 | Establece las definiciones, clasificación y requisitos que deben cumplir los quesos destinados para consumo directo o para elaboración posterior. |

Nota: Recopilación de normas realizada por equipo de CTA-2 en el año 2017.

Elementos para aplicación de una estrategia de inocuidad con enfoque “De la granja a la mesa”

Al adoptar un enfoque global relativo a la inocuidad de los alimentos basado en la cadena alimentaria se reconoce que la principal responsabilidad del suministro de alimentos inocuos y agradables es responsabilidad de todas las personas que participan en cada una de las etapas productivas del alimento.

Esta responsabilidad “desde el origen” abarca a todas las partes interesadas que intervienen a lo largo de toda la cadena alimentaria; en el caso particular de la cadena de leche y queso se incluye a los ganaderos, los proveedores de insumos (especialmente los suministros de medicamentos veterinarios), los operadores de centros de beneficio, así como a empresas de envasado, transportadores, vendedores al por menor, proveedores de servicios de comida, operadores del establecimiento de servicios alimentarios y vendedores callejeros de alimentos, entre otros. Esta responsabilidad se extiende también a los consumidores finales que han de estar instruidos para garantizar que los alimentos se almacenan adecuadamente, se preparan higiénicamente y que se respeta la duración de los alimentos (FAO, 2003).

El objetivo de la reducción del riesgo se puede conseguir con especial eficacia mediante la aplicación del principio de prevención a lo largo de todo el proceso de producción, elaboración y comercialización.

Para conseguir la máxima protección de los consumidores es fundamental que los conceptos de inocuidad y calidad se introduzcan en toda la cadena que va desde la producción hasta el consumo. Ello requiere un planteamiento integrado y sistémico “De la granja a la mesa” en el que productores, elaboradores, transportadores, vendedores y consumidores desempeñan un papel fundamental para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos (Holmes, 2003). Es imposible ofrecer una protección adecuada al consumidor limitándose a tomar muestras y analizar el producto final; por este motivo, la introducción de medidas preventivas se debe hacer en todas las fases de la cadena productiva, en vez de limitarse a la inspección y rechazo en la fase final.

Un planteamiento bien estructurado y preventivo, que controle los procesos, es el método más indicado para mejorar la inocuidad y calidad de los alimentos. La mayoría de los posibles riesgos alimentarios se pueden controlar a lo largo de la cadena alimentaria mediante la aplicación de prácticas adecuadas; por ejemplo, buenas prácticas agrícolas (buenas prácticas de los productores primarios de alimentos –como agricultores y pescadores–, que son necesarias para conseguir productos alimentarios inocuos y sanos, de acuerdo con las leyes y reglamentos sobre la alimentación); prácticas adecuadas de fabricación (conformidad con los códigos de prácticas, normas, reglamentos y leyes referentes a la producción, elaboración, manipulación, etiquetado y venta de alimentos impuestos por órganos sectoriales, locales, estatales, nacionales e internacionales con el fin de proteger al público de enfermedades, adulteración de los productos y fraudes), y buenas prácticas de higiene.

Un importante planteamiento preventivo que puede aplicarse en todas las fases de la producción, elaboración y manipulación de los productos alimenticios es el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC), el cual ofrece una estructura sistemática para la identificación y control de los riesgos transmitidos por los alimentos (FAO y OMS, 2003).

Peligros, riesgos y trazabilidad

La gravedad o magnitud que puede implicar la carencia de la inocuidad se evalúa en función de parámetros específicos: los peligros, los riesgos y la seguridad. Los

peligros hacen referencia a cualquier elemento o agente presente en el alimento que puede alterar las características del alimento y su condición de seguridad. La presencia de peligros en los alimentos puede ocasionar su alteración por modificación o degradación de sus constituyentes, o contaminación por presencia de agentes y/o sustancias extrañas (FAO, 1997).

La gestión del riesgo que contemplan las MSF permite identificar, controlar y prevenir los posibles peligros biológicos, químicos y ambientales.

Los peligros en alimentos se pueden clasificar según su naturaleza, como se puede ver en la Figura 4.

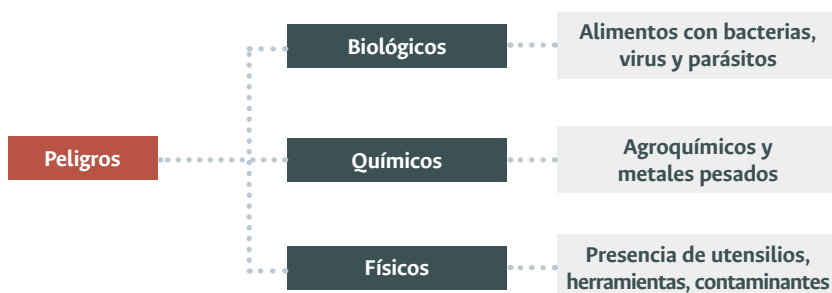


Figura 4 Clasificación de los peligros en alimentos según su naturaleza.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en OPS y FAO (s. f.).

Los **riesgos** se refieren a la probabilidad de ocurrencia de un peligro y la alteración que este puede causar, en un lapso de exposición probable, a un consumidor con una susceptibilidad específica. Caracterizar un riesgo es estimar la probabilidad de que aparezcan efectos negativos para la salud (FAO y OMS, 2003). A causa de los riesgos, los individuos pueden padecer enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), las cuales se convierten en una preocupación creciente por parte de los organismos de salud. Las transmitidas por microorganismos son las más conocidas y reportadas.

En este caso, es importante considerar la incidencia, el número de casos vinculados a un efecto determinado, y el periodo de incubación o el tiempo transcurrido desde la exposición a un peligro hasta la aparición del efecto.

Los riesgos se refieren a la probabilidad de ocurrencia de un peligro (Ferrandis García Aparisi, 2014).

Recientemente, parece que los riesgos se han incrementado por causa de los cambios en los sistemas de distribución y en las tecnologías de producción, el desarrollo de nuevos productos, el surgimiento de microorganismos patógenos en diferentes zonas geográficas y con variabilidad en el grado de virulencia, los cambios inmunológicos en ciertos segmentos de la población, la globalización del mercado de alimentos, los cambios en los patrones de consumo y la mayor capacidad de detección y valoración.

Los riesgos también pueden ser clasificados según el peligro con el cual se encuentren asociados, así: riesgos biológicos, riesgos químicos y riesgos físicos.

La **trazabilidad** es el seguimiento del alimento a lo largo de su proceso productivo y se introduce como uno de los elementos clave de la estrategia de protección al consumidor. Se logra trazabilidad mediante la práctica de un etiquetado que provea información sobre el producto, su origen, procedencia e integridad. Dicho de otra manera, la trazabilidad es la capacidad para encontrar la historia, la localización de uno o varios artículos por medio de una identificación registrada (Sosa-Leonardo, 2017).

La trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapas especificadas de la producción, transformación y distribución (Torrado-Pacheco, 2007).

Pasos por seguir para realizar un análisis de riesgo

Aunque existen sistemas más complejos y detallados para adelantar un proceso rápido de análisis de riesgo de autocontrol, se pueden seguir las etapas descritas en la Figura 5.

Inicialmente, en la Etapa 1 se propone adelantar un proceso de observación directa de la cadena productiva que se debe evaluar. Es importante detallar cada una de las etapas y las condiciones en las que se realizan, en términos de tiempos, insumos y agregados. Adicionalmente, se deben identificar los actores que participan y el producto que se genera.

A continuación, en la Etapa 2 se debe hacer un reconocimiento de las condiciones medioambientales o de los entornos donde se desarrolla la cadena previamente descrita.

Los entornos en los que se producen los alimentos se encuentran constituidos por tres componentes: aire, agua y suelos. La contaminación atmosférica está dada por la presencia de humo, gases, vapores, aerosoles y partículas sólidas. El agua puede estar contaminada por residuos de plaguicidas, sólidos en suspensión, microorganismos y metales pesados que pueden migrar al alimento. Los suelos tienen residuos sólidos, líquidos, metales pesados y polvo. Los impactos ambientales son evaluados mediante indicadores cuantificables y detectables. En la Figura 6 se señalan los parámetros indicadores de calidad del entorno que son más utilizados.



Figura 5 Etapas del proceso de análisis de riesgo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en FAO/OMS(2007).

Las características de los entornos o ecosistemas en los cuales se producen los alimentos son factores que afectan su inocuidad.

Esto es importante porque en gran medida las características de inocuidad y seguridad de los alimentos naturales —en este caso de la leche y su derivado queso— están directamente relacionadas con su naturaleza, composición y las características del medio ambiente donde se producen. La forma en que los alimentos se procesen, transporten, almacenen y conserven son fundamentales para garantizar la seguridad del producto final (Vera, Venegas, Pertuz-Cruz y Angulo, 2015).

Parámetros indicadores de contaminación atmosférica

- Presencia en el ambiente de humo, gases, vapores Parámetros indicadores de y material particulado.

Parámetros indicadores de calidad de agua

- Temperatura, turbidez, densidad, viscosidad, sólidos disueltos, características organolépticas de sabor, color y olor.
- Presencia de plaguicidas, detergentes, hidrocarburos y productos químicos.
- Presencia de metales pesados, pH.
- Contaminación con material orgánico biodegradable.

Parámetros indicadores de calidad de los suelos

- Sedimentación, contaminación por residuos sólidos, líquidos, alteración de la cubierta.
- Presencia de plaguicidas, detergentes, hidrocarburos y productos químicos.
- Presencia de metales pesados, pH.

Figura 6 Parámetros indicadores de calidad del entorno.

Fuente: Adaptado de FAO (2001).

En la Etapa 3 se deben identificar y caracterizar los peligros potenciales en cada una de las etapas de producción del alimento y, a partir de su estimación, inferir los posibles riesgos que implicarían para la salud de los consumidores.

Durante la Etapa 4 se recomienda realizar análisis de laboratorio directos en aquellas etapas donde se ha identificado el peligro, a fin de establecer si la cantidad en que se genere el agente considerado como peligro representa un riesgo.

De esta manera se confirmará que dicha etapa corresponde a un punto crítico de control. En caso de no poderse efectuar el análisis de laboratorio correspondiente, se sugiere asumir esta etapa como punto crítico y aplicar las medidas preventivas que correspondan.

Una vez identificados y caracterizados los peligros, se recomienda realizar la gestión del riesgo (Etapa 5), en la cual se deben aplicar medidas correctivas, e indicar siempre los responsables de las acciones y de su alcance.

Finalmente, en la Etapa 6 se socializará el análisis del proceso realizado y se informará a todos los actores, con el fin de que conozcan y sean responsables de la inocuidad del producto que se está generando. Aquí se incluye todo un proceso de divulgación de peligros, riesgos y, sobre todo, de acciones preventivas y acciones correctivas, que finalmente garanticen el suministro de un alimento seguro. Por sus características, esta etapa se conoce como de comunicación del riesgo.

Estudio de caso: construcción de una herramienta de evaluación rápida de inocuidad

El modelo de evaluación rápida de riesgo es una propuesta para analizar las cadenas de producción de alimentos *in situ* y de esta manera minimizar la ocurrencia de los peligros y garantizar alimentos de mayor calidad e inocuidad, para favorecer la salud de los consumidores. Como ya se ha mencionado, esta es una evaluación preliminar que complementa, pero no sustituye, los controles formales, ni el cumplimiento de lineamientos ni normas de la producción de leche y derivados.

Con el fin de ilustrar la aplicación de esta metodología, se presenta a continuación un proceso de análisis de riesgo de una cadena productiva de leche y queso, efectuada con un productor mediano, en zona lechera de Cundinamarca. Dicho proceso se presenta en la estructura de pasos (Figura 5) que facilitan su comprensión e implementación, y contemplan los siguientes aspectos:

- Elaboración de la representación gráfica de la cadena productiva del alimento.
- Caracterización el entorno o las condiciones medioambientales que puedan aportar elementos contaminantes.
- Identificación y esquematización de los puntos críticos.
- Confirmación de los peligros.
- Gestión del riesgo: definición de medidas correctivas y de responsables.
- Comunicación de riesgo: sensibilización y aporte de elementos.

Cada vez que se analice una nueva cadena o proceso que haya sido modificado en una o varias de sus etapas, es necesario realizar ajustes particulares a los instrumentos que se proponen.

Paso 1. Elaborar la representación gráfica o diagrama que represente la cadena productiva del alimento objeto de estudio

En este paso se identificaron y describieron las etapas principales de la cadena productiva de la leche y de su derivado queso. Para ello se realizó una primera representación gráfica, a manera de diagrama, donde todas las etapas se presentan en forma secuencial, especificando cada uno de los pasos. En este caso el proceso incluía siete etapas: 1) Crianza de ganado bovino. 2) Ordeño. 3) Almacenamiento. 4) Comercialización. 5) Producción. 6) Almacenamiento. 7) Disposición o preparación y consumo (Figura 7).

En segundo lugar, debe realizarse la descripción de las actividades que se realizan en cada etapa principal. Por ejemplo, en el caso de la crianza del ganado bovino, es importante mencionar si hay manejo de enfermedades en el ganado o si se administran medicamentos, entre otros. En la etapa de ordeño, es importante mencionar el lugar donde se realiza el ordeño, la ubicación del ganado, el proceso de limpieza de la ubre, el tiempo utilizado, si se realiza el ordeño mecánico o manual, y dónde se dispone la leche recolectada.

En cuanto al almacenamiento, se debe indicar en qué lugar se realiza y por cuánto tiempo; así mismo, se debe conocer con quiénes se realiza el proceso de comercialización. En la etapa de producción se debe indicar qué tipo de procesos se realizan para producir productos como el queso u otros, las temperaturas, cómo se empaca y rotula el producto, y su ubicación al terminado el proceso —es decir, en dónde se almacena—, así como mencionar a quién se le vende, o quiénes consumen el alimento y cómo lo preparan.

En este caso, la representación gráfica de las actividades realizadas en cada una de las etapas de la cadena productiva se esquematiza en un diagrama simple, en el que se incluyen subetapas, como se puede detallar en la Figura 8.

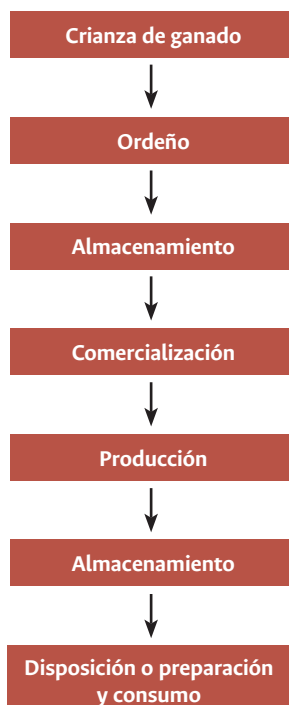







Figura 7 Etapas de la cadena productiva de leche y queso.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en encuestas, trabajo de campo y entrevistas a productores de leche en un municipio de Cundinamarca.

Una vez se tenga dicho diagrama, se recomienda transformar la representación gráfica detallada de la cadena productiva de leche y queso, usando las convenciones técnicas que se recomiendan en calidad para este tipo de flujogramas. En la Tabla 3 se indican las convenciones que en este caso se emplearon para el diseño de la Figura 9, que corresponde al esquema de la cadena.

Tabla 3 Convenciones para la realización técnica de un diagrama de flujo.

| Forma | Significado |
|---|---|
|  | Inicio o fin del proceso. |
|  | Acciones de la cadena productiva de leche y queso. |
|  | Decisiones que se deben tomar derivadas de las actividades. |
|  | Documentación de actividades o salidas de datos. |
|  | Indican el sentido (dirección) del proceso. |

Fuente: Convenciones establecidas para diagramas de flujo por parte de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por su sigla en inglés) y el Instituto Nacional Americano de Estandarización (ANSI, por su sigla en inglés).

Paso 2. Caracterizar el entorno o las condiciones medioambientales que puedan aportar elementos contaminantes

Como parte de la identificación de puntos críticos, debe realizarse la caracterización del entorno medioambiental en el cual se producen, comercializan y consumen la leche y el queso. Esto debe realizarse, no solamente por el riesgo que presenta la leche de contaminarse durante la cadena productiva, sino para entender que el proceso de producción de la leche también puede generar contaminación para el ambiente.

Como primer paso para la caracterización medioambiental se deben incluir las características geográficas del municipio, condiciones del ambiente y del clima, vegetación, actividades económicas, estado de los suelos, fuentes de energía, disposición de residuos sólidos y líquidos, estado de las fuentes de agua y posibles riesgos de contaminación que estas puedan tener.

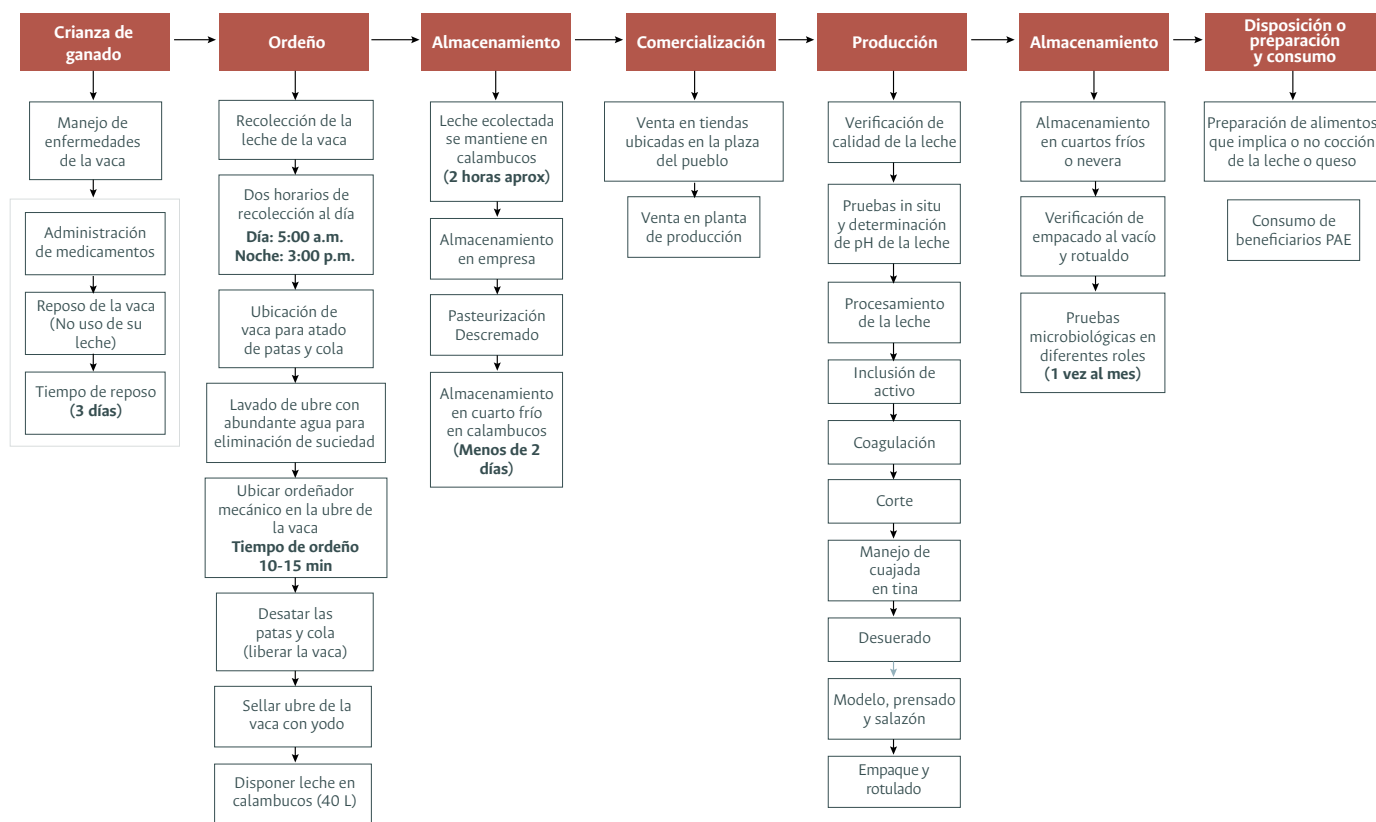
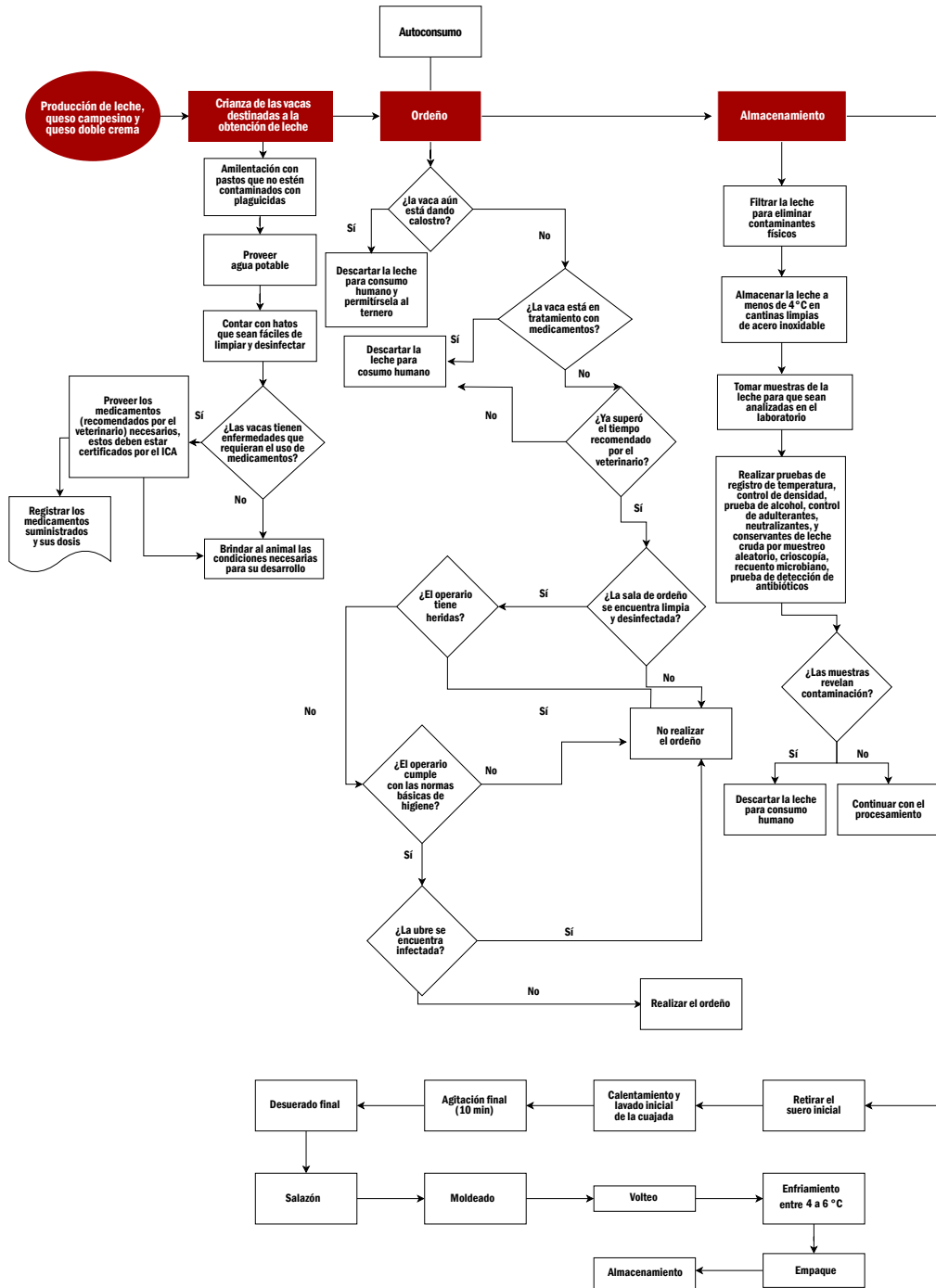


Figura 8: Actividades realizadas en cada etapa productiva de la cadena de leche y queso.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad Inocuidad, basado en encuestas, trabajo de campo y entrevistas a productores de leche en un municipio de Cundinamarca.

INOCUIDAD EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LECHE Y QUESO: GUÍA PRÁCTICA DE APLICACIÓN DE PRINCIPIOS DE INOCUIDAD DIRIGIDA A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LECHE Y FABRICANTES DE QUESO EN CUNDINAMARCA.



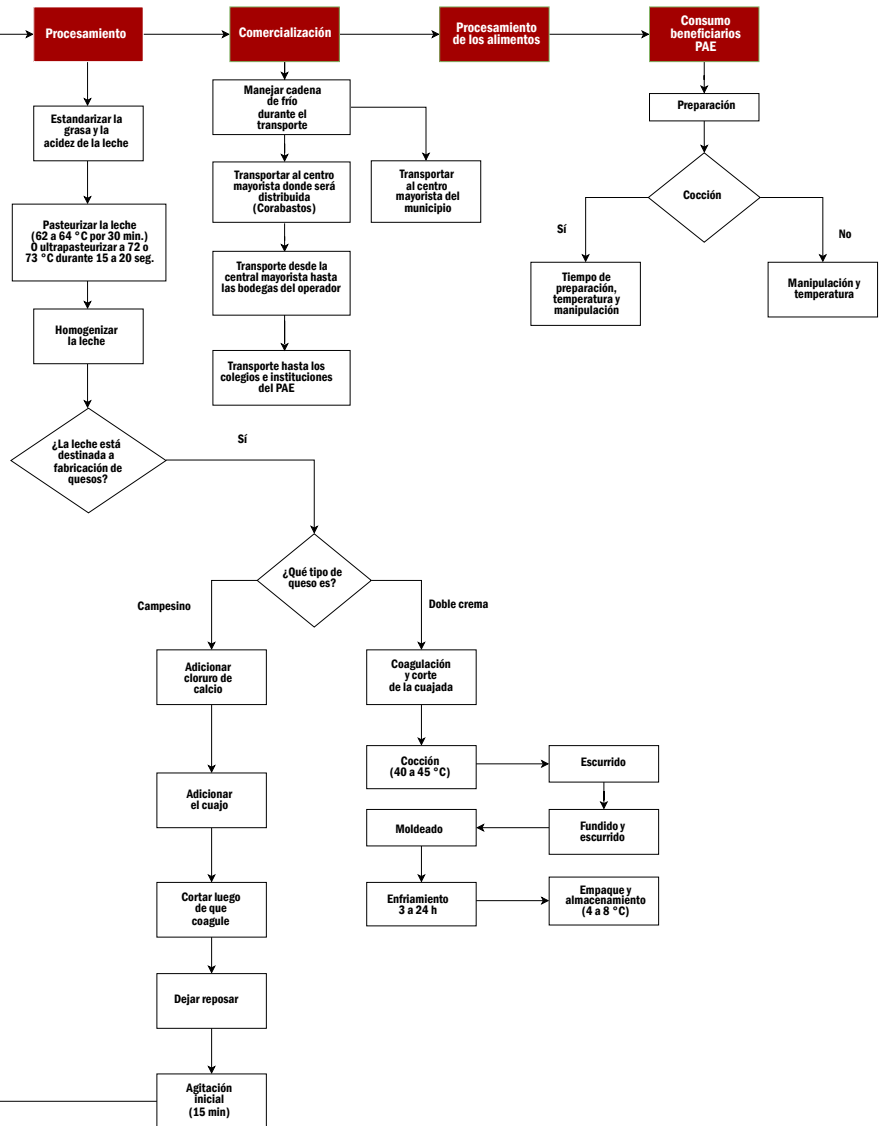


Figura 9 Diagrama de flujo de la cadena productiva de leche y queso en un municipio de Cundinamarca. Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y observación. Cadena productiva de referencia

Para facilitar el proceso, el productor puede responder las preguntas sugeridas en la Tabla 4 para identificar algunas de las condiciones medioambientales en la producción de la leche.

En segundo lugar, en cada una de las etapas de la cadena productiva del alimento, se deben identificar los potenciales riesgos medioambientales que pudieran contaminar la leche.

Paso 3. Identificación de puntos críticos y esquematización de los mismos

Con base en la identificación de etapas y la caracterización de elementos medioambientales, se deben identificar los puntos críticos de control dentro de cada eslabón de la cadena de producción. Se recomienda inicialmente clasificar los puntos críticos según la naturaleza del tipo de contaminación: química, física y biológica. Es importante aclarar que se está identificando la condición en la que podría darse la contaminación, sin que esto signifique que exista contaminación real.

Tabla 4 Lista de chequeo para identificación de condiciones medioambientales en una cadena productiva de leche y queso en Cundinamarca.

| Factores ambientales | Pregunta a responder | Aspectos a tener en cuenta al responder la pregunta |
|----------------------|--|---|
| Suelo | ¿Cómo es la calidad del suelo? | Plagas, fuentes de agua para riego de pastos, productos químicos usados cerca a fuentes de agua o en el suelo de los pastos, fertilizantes utilizados y cantidades. |
| | ¿El suelo se encuentra erosionado? | |
| Agua | ¿Cómo es la calidad del agua? | Disposición de desechos líquidos y sólidos, fuentes de agua, contaminantes vertidos a las fuentes de agua. |
| | ¿El agua se encuentra contaminada? | |
| | ¿Las fuentes de agua se encuentran contaminadas por vertimientos industriales? | |
| | ¿Se realiza extracción minera cerca de las fuentes de agua? | |
| Aire | ¿Cómo es la calidad del aire? | Emisiones de vehículos e industrias. |
| | ¿Cuáles son los niveles de contaminación del aire? | |
| | ¿Se afecta la calidad del aire por polución? | |

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Vera et al. (2015).

En la Tabla 5 se muestra un ejemplo de la identificación de posibles peligros, realizada por el productor y otros actores de la cadena para el caso de la cadena que se estaba analizando. En las columnas se indica la naturaleza del peligro en los puntos de control y en las filas se refieren las etapas de la cadena de leche y queso.

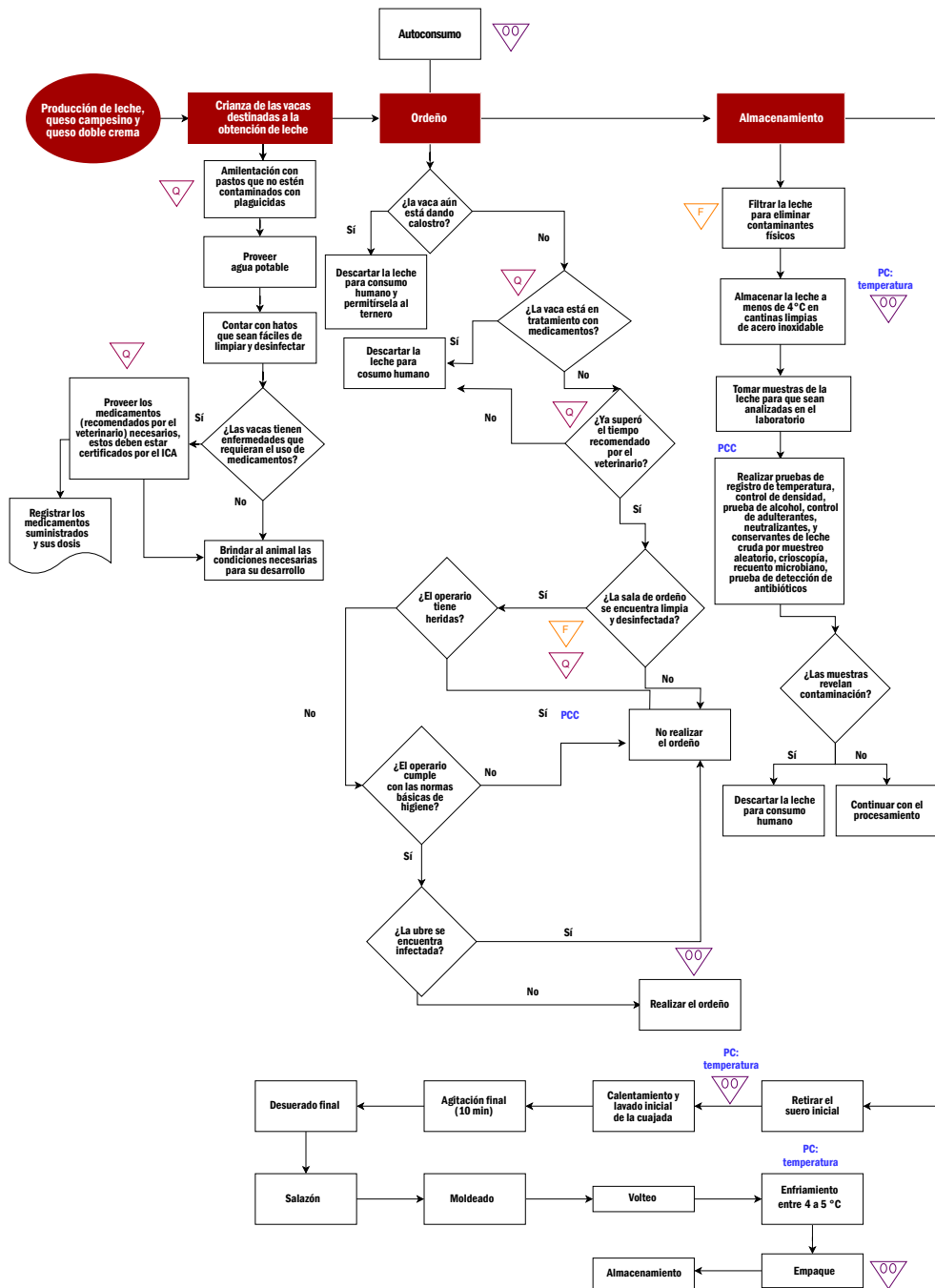
El siguiente paso en la identificación de puntos críticos (PC) es ubicarlos dentro del diagrama detallado de la cadena de producción (Figura 10).

Tabla 5 Ejemplo de clasificación de puntos críticos por tipo de peligro identificado para una cadena productiva de leche y queso en un municipio de Cundinamarca.

| Etapa | Punto crítico por contaminación química | Punto crítico por contaminación física | Punto crítico por contaminación biológica |
|--|---|---|---|
| Crianza de vacas destinadas a producción de leche | Alimentación del ganado con pastos contaminados con plaguicidas y otros contaminantes, como metales pesados. Medicamentos administrados al ganado. | No identificado. | No identificado. |
| Ordeño | Medicamentos administrados al ganado, o que aún no hayan superado el tiempo de permanencia del medicamento en el cuerpo del animal. Contaminación por agentes de limpieza y desinfección que se usen el cuarto de ordeño. | Contaminación por objetos del entorno que puedan llegar a la leche. | No identificado. |
| Almacenamiento | Contaminación por algún producto mal dispuesto en el cuarto de almacenamiento. | Presencia de objetos en los recipientes de almacenamiento. | Fallo en el control de temperaturas de refrigeración. |
| Procesamiento | Permanencia de algún contaminante en el producto. | Contaminación por objetos durante la manipulación. | Control deficiente de tiempos y temperaturas durante la pasteurización. |
| Comercialización | Contaminación con sustancias presentes en el vehículo de transporte. | Contaminación durante empaque y embalaje del producto. | Aumento de microorganismos por manipulación. |
| Procesamiento para consumo | Contaminación con sustancias que se usen para la desinfección de alimentos en el área de preparación de alimentos. | Contaminación con elementos como piedras, cabellos y objetos personales de los manipuladores. Deficiencias en las prácticas de manipulación durante el procesamiento. | Deficiente manejo de temperaturas. |
| Consumo | No identificado. | Contaminación a partir de superficies durante la preparación. | Prácticas inadecuadas de higiene y lavado de manos por el manipulador. |

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad.

INOCUIDAD EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LECHE Y QUESO: GUÍA PRÁCTICA DE APLICACIÓN DE PRINCIPIOS DE INOCUIDAD DIRIGIDA A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LECHE Y FABRICANTES DE QUESO EN CUNDINAMARCA.



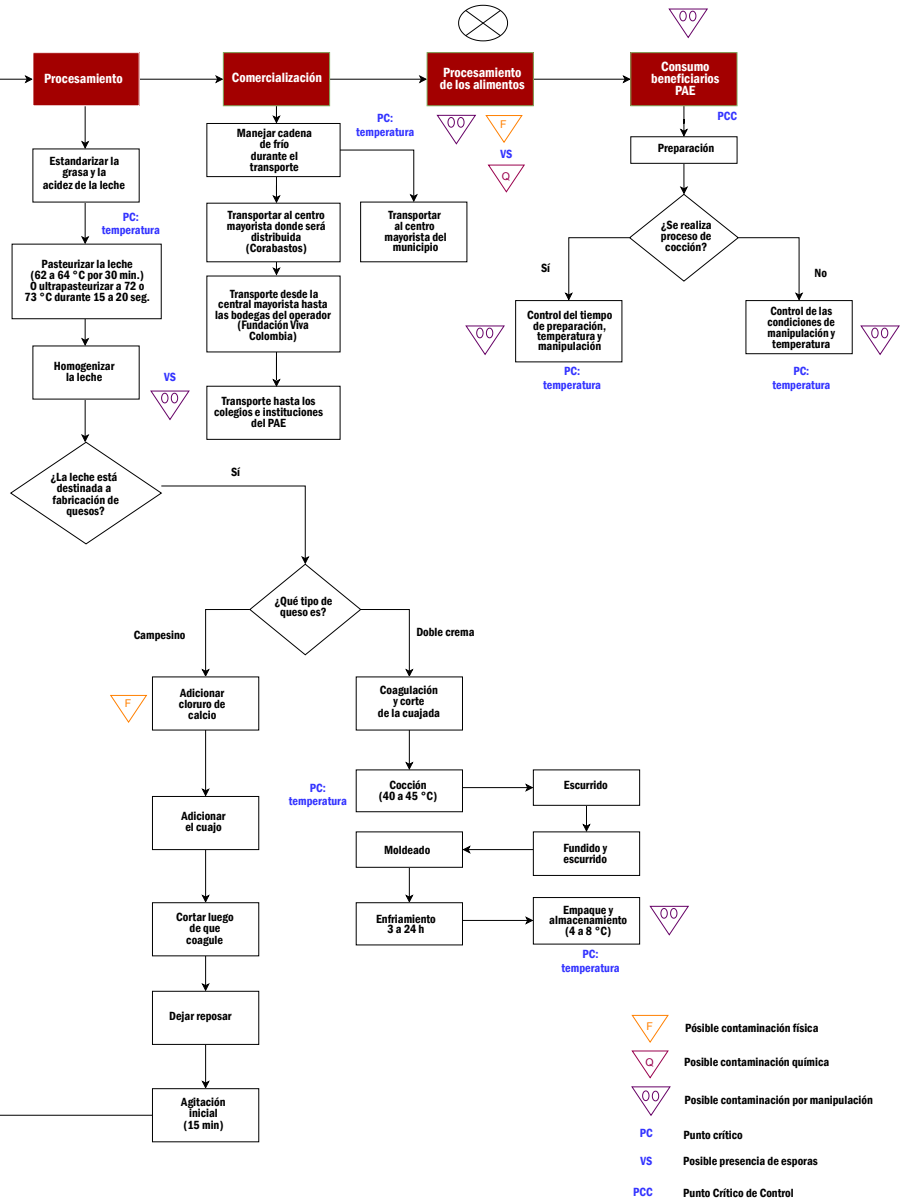


Figura 10 Identificación de puntos críticos de control en cada etapa productiva de la cadena de leche y queso en un municipio de Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y observación. Cadena productiva de referencia.

Paso 4. Confirmación de los peligros a partir de análisis de laboratorio, encuestas con actores y análisis de variables ambientales (opcional)

En la medida en que la dimensión de la cadena lo requiera, lo ideal es el análisis de laboratorio de posibles contaminantes y microorganismos; sin embargo, es posible que no se cuente con los recursos suficientes para realizarlos. Es por esta razón que el análisis para la confirmación de estos puntos de control mediante laboratorio se deja opcional, de acuerdo con las necesidades y oportunidades económicas del productor y de los demás actores de la cadena.

En este caso se realizaron análisis de laboratorio de residuos de plaguicidas, niveles de metales pesados y presencia de microorganismos en leche y queso. Con base en ellos se toma la decisión de confirmar o no la condición de punto crítico de control; no obstante, dada la variabilidad en las condiciones de los procesos, en ciertos casos se prefiere seguir considerando una etapa como punto de control.

La confirmación de los peligros permite identificar acciones que se puedan tomar en cada uno de los puntos para favorecer la prevención del peligro y la minimización del riesgo (Figura 10 y 11).

Matriz de estimación del índice del riesgo potencial

Luego de haber adelantado el proceso de caracterización de los peligros y el respectivo análisis de riesgo, se sugiere la estimación del índice de riesgo potencial que permita a los actores de la cadena autoevaluarse y tomar acciones de mejora permanente.

Para efecto del caso ejemplo se elaboró un instrumento: **la matriz de estimación del riesgo genérica**. Esta matriz se presenta en la Tabla 6 y sus columnas corresponden a los peligros identificados, tanto en el componente ambiental como en cada una de las etapas del proceso productivo, con su respectiva columna de valoración. También se incluye una columna, de diligenciamiento opcional, para cuando se cuenta con información de peligros identificados a partir de datos de laboratorio que se obtienen por análisis directo en puntos críticos. Previamente a su aplicación, el productor deberá hacer ajustes si desea incluir o eliminar algunos peligros que no apliquen a las condiciones de su cadena. En otras palabras, esta matriz es una plantilla en blanco que se adapta a las condiciones particulares de producción.

Para la estimación del riesgo se debe diligenciar la matriz de riesgo potencial base, presentada en la Tabla 7. En ella se asume, de manera hipotética, que en la cadena a evaluar

todos los peligros están presentes. Para ello asigna el valor de 1 como máximo valor de riesgo a todos los parámetros. De esta manera se sabe el número total de peligros posibles a controlar y el componente o etapa que más riesgos aporta al riesgo total.

Posteriormente se diligencia la matriz de riesgo potencial real. En ella se analizan cada uno de los peligros, considerando si en la cadena evaluada ese aspecto realmente se constituye en un peligro. Se asigna el valor de 1 cuando se ha identificado el peligro, y 0 cuando el peligro está ausente. La suma de las columnas nos da el total real de riesgos para el componente ambiental y para cada una de las etapas. Un ejemplo de esta matriz se presenta en la Tabla 8.

Utilizando los puntajes obtenidos en las matrices previamente mencionadas, se establece para cada etapa el valor resultante de dividir el valor real entre el valor base. Se obtiene así el “peso” o grado de influencia que tiene cada etapa en el riesgo global. Los valores obtenidos se multiplican por el valor ponderado (división del número de riesgos totales del componente o etapa entre el número de peligros totales). Se suma el valor calculado para todas las etapas y se multiplica por diez. Los cálculos se presentan en la Tabla 9.

Dependiendo del nivel de riesgo se deben formular las acciones. Un nivel de riesgo cercano a cero supone un proceso de alta calidad, que le garantiza al consumidor alimentos seguros; por el contrario, valores superiores indican la necesidad de analizar las etapas y condiciones que deben ser mejoradas para favorecer productos de mayor calidad.

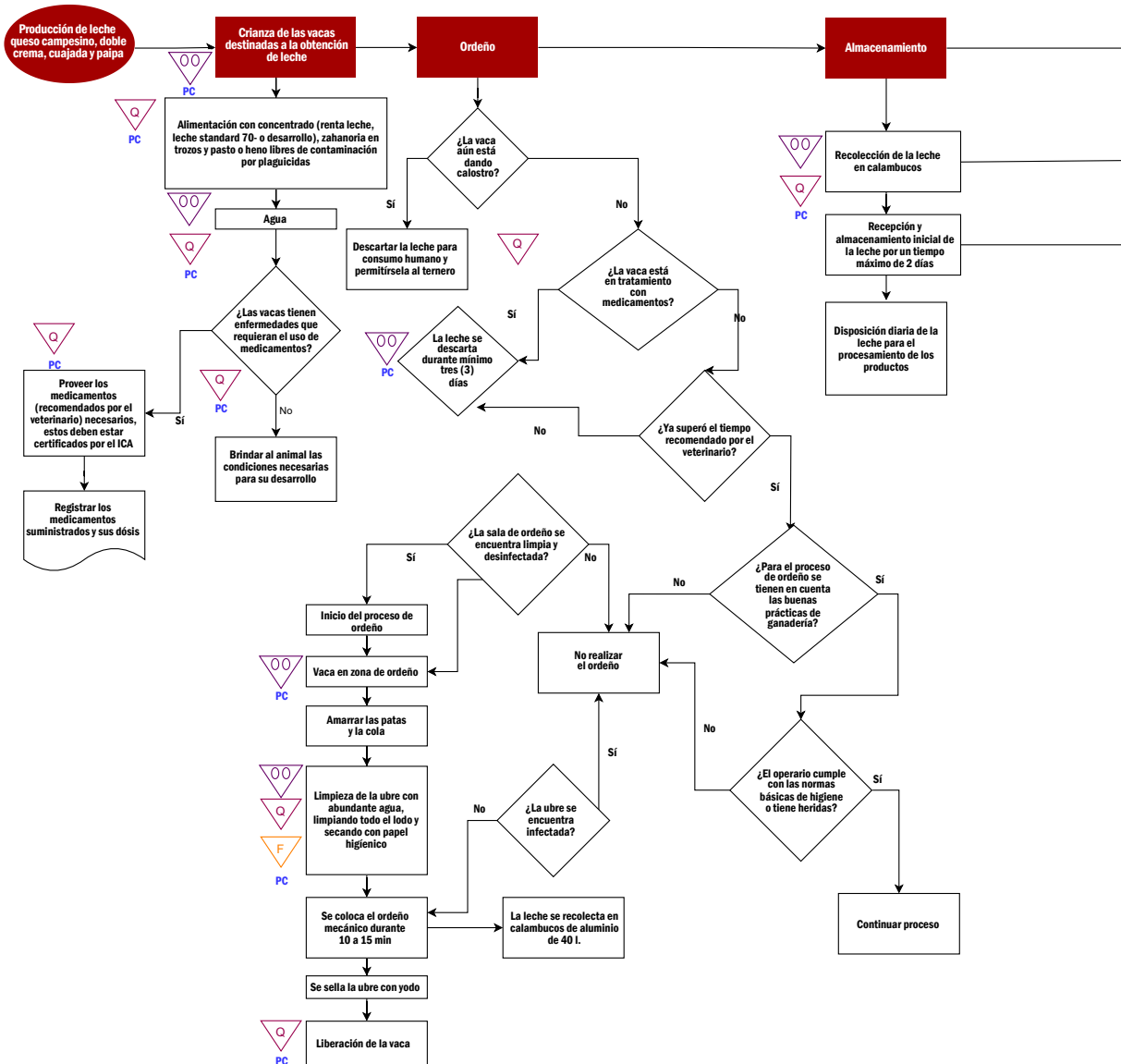
En el caso de la cadena analizada, se obtuvo un valor de 3,4 que se interpreta (Tabla 10) como una cadena de bajo riesgo, que debe aplicar controles principalmente durante la crianza y el ordeño. Las condiciones ambientales son también determinantes. La matriz permite identificar aquellos peligros que deben ser controlados, tanto del entorno como del proceso. En este caso, aunque el nivel de riesgo sea bajo, es necesario que el productor tome las medidas necesarias para promover la cultura del mejoramiento continuo y, por ende, generar productos más seguros. En la medida de lo posible hay que apoyarse en análisis de laboratorio, para tener un control más exacto de los procesos.

Paso 5. Gestión del riesgo: definición de medidas correctivas y de responsables

Una vez conocidas e identificadas las etapas a controlar, y caracterizados los peligros, se procede a realizar la proyección de la matriz de gestión del riesgo.

Para los productores es necesario, en esta etapa, conocer la normatividad que rige la cadena productiva del alimento analizado, así como las instituciones que hacen la vigilancia y el control de las actividades de producción de alimentos en Colombia y en el municipio.

INOCUIDAD EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LECHE Y QUESO: GUÍA PRÁCTICA DE APLICACIÓN DE PRINCIPIOS DE INOCUIDAD DIRIGIDA A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LECHE Y FABRICANTES DE QUESO EN CUNDINAMARCA.



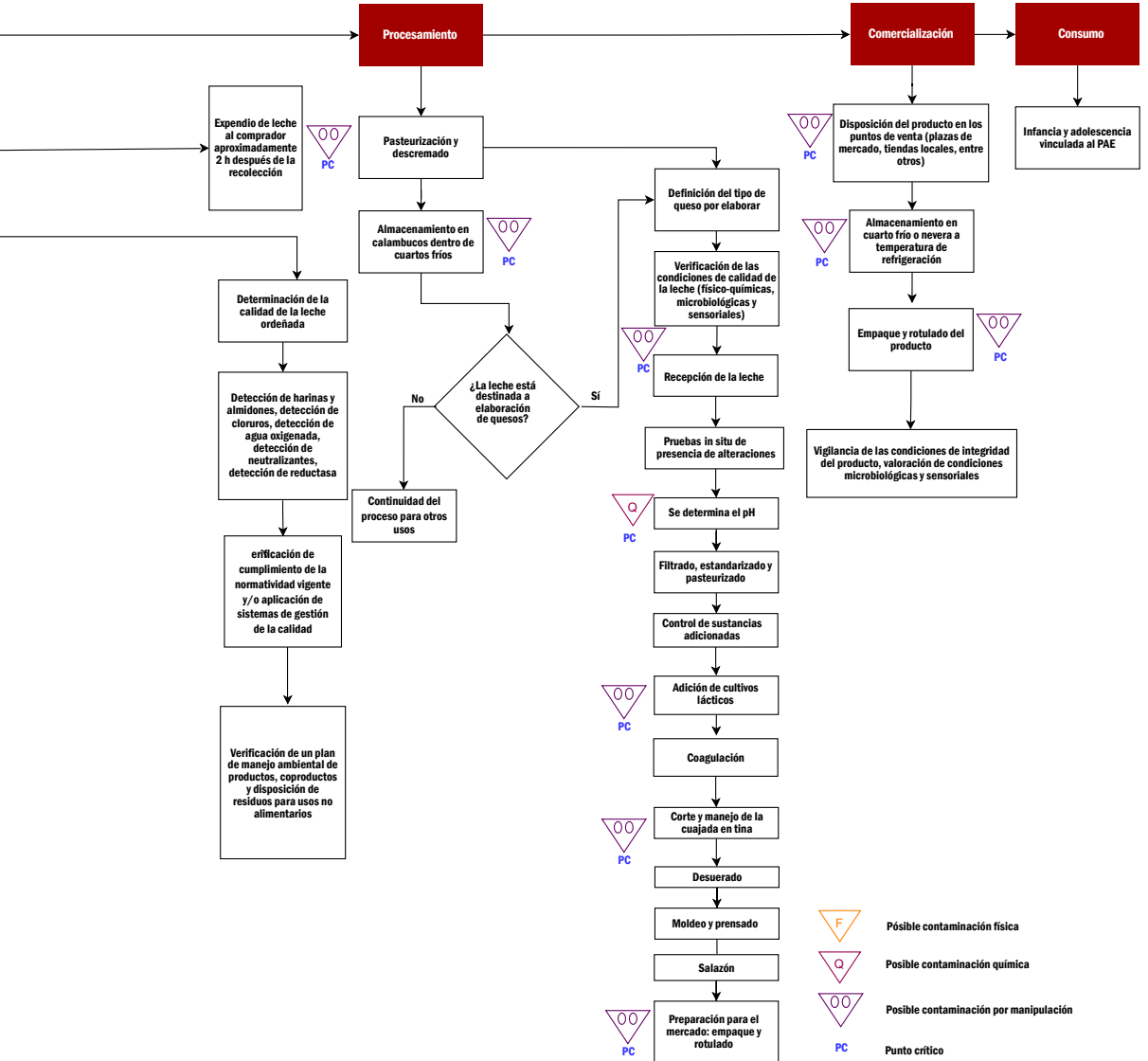


Figura 11 Representación de los puntos críticos confirmados en la cadena productiva de leche y queso.

Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de análisis de la cadena productiva de referencia.

Tabla 6 Matriz propuesta para la estimación del índice del riesgo genérica para la cadena productiva de leche y queso.

| COMPONENTE AMBIENTAL | | | ETAPAS DEL PROCESO | | |
|---------------------------|--|---|--|--|--|
| Subcomponente | Características | Peligro | Cría | Ordeño | |
| Suelo | Calidad suelo | Ausencia de estudios sobre calidad de suelos que ratifiquen que se cuenta con pastos seguros. | Pienso o alimentos para ganado contaminados. | Deficiencias en limpieza y desinfección de los lugares donde se hace el ordeño. | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | |
| | | Faltan controles de contaminación del suelo a lo largo de los procesos productivos. | Presencia de plagas en los pastos en los cuales se cría el ganado. | Inadecuadas prácticas de limpieza y desinfección de la ubre. | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | |
| Erosión del suelo | Sobrepastoreo y uso intensivo del suelo en unidades productivas. | Aguas de riego provienen de fuentes contaminadas. | Presencia de contaminantes en leche procedentes de la piel del animal, del entorno y del personal que realiza el ordeño. | | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | |
| | | Riesgo de erosión a causa de prácticas de deforestación. | Uso de medicamentos veterinarios para ganados no certificados o no autorizados. | Ausencia de programas de disposición de desechos y control de plagas en lugares de ordeño. | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | |
| Agua | Calidad | Poca disponibilidad de agua limpia y segura para el animal. | Uso o desecho inadecuado de medicamentos veterinarios. | Ausencia de controles en tiempo y temperatura de la leche recolectada. | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | |
| | | Contaminación | Uso de aguas de procedencia desconocida o procedente de fuentes contaminadas para el consumo del ganado. | Inadecuada disposición de productos de limpieza y desinfectantes. | Inadecuada higiene de los recipientes donde se recolecta la leche. |
| | | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | |
| Vertimientos industriales | Vertimientos de aguas negras y/o de complejos agroindustriales a fuentes de agua de riego. | Superación de la capacidad de cabezas de ganado por hectárea. | Ordeño de vacas que hayan sido medicadas y no hayan superado el tiempo de permanencia y contaminen la leche. | | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | |
| | | Contaminación del aire y polución. | Implementación deficiente de planes o programas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG). | | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | | |
| Fauna y vegetación | Flora y vegetación | Vertimientos por actividad industrial (curtiembres) | Deficientes controles zoonóticos de los animales. | | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | | |
| Otros | Otros | Actividades productivas colindantes que pueden influir en calidad de entornos. | Uso inadecuado de plaguicidas. | | |
| | | Valoración: — | Valoración: — | | |
| TOTAL ETAPA | | | — | — | |

ESTUDIO DE CASO: CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE INOCUIDAD

| ETAPAS DEL PROCESO | | | | |
|---|---|--|---|--|
| Almacenamiento | Procesamiento | Comercialización | Consumo | Pruebas de Laboratorio |
| Inadecuadas condiciones de almacenamiento del producto y no control de tiempo y temperatura. | Inadecuado control de procesos de recepción y acondicionamiento. | Inadecuado manejo de la cadena de frío en la distribución y almacenamiento final del producto. | Inadecuadas practicas de manipulación durante el almacenamiento. | Presencia de metales pesados en leche o queso en niveles no seguros. |
| Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — |
| Presencia en la leche de pelos, materias vegetales u otros por fallas en la filtración. | Contaminación cruzada con otro alimento o producto durante su almacenamiento (si aplica). | Inadecuada manipulación del producto que favorezca su contaminación. | Inadecuadas prácticas de manipulación en el proceso de servicio. | Presencia de microorganismos patógenos en niveles no seguros en leche o queso. |
| Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — |
| Condiciones deficientes de limpieza de los contenedores de almacenamiento. | Inadecuada realización de tratamientos térmicos (tiempo y temperatura) (si aplica). | Condiciones inadecuadas de los vehículos que favorece la contaminación de la leche. | Desconocimiento de las buenas prácticas de higiene por parte de los consumidores. | Presencia de plaguicidas en niveles no seguros en leche o queso. |
| Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — | Valoración: — |
| Inadecuadas prácticas de manipulación de la leche por parte de los operadores al momento de disponerla para comercialización. | Inadecuado proceso de empaque del producto. | | | |
| Valoración: — | Valoración: — | | | |
| TOTAL ETAPA | — | — | — | — |

Tabla 7 Matriz de riesgo potencial base para cadena de leche y queso.

| COMPONENTE AMBIENTAL | | | ETAPAS DEL PROCESO | | |
|----------------------|--|---|--|--|--|
| Subcomponente | Características | Peligro | Crianza | Ordeño | |
| Suelo | Calidad suelo | Ausencia de estudios sobre calidad de suelos que ratifiquen que se cuenta con pastos seguros. | Piensos o alimentos para ganado contaminados. | Deficiencias en limpieza y desinfección de los lugares donde se hace el ordeño. | |
| | | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 |
| | | Faltan controles de contaminación del suelo a lo largo de los procesos productivos. | Presencia de plagas en los pastos en los cuales se cria el ganado. | Inadecuadas prácticas de limpieza y desinfección de la ubre. | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 | |
| | Sobrepastoreo y uso intensivo del suelo en unidades productivas. | Aguas de riego provienen de fuentes contaminadas. | Presencia de contaminantes en leche procedentes de la piel del animal, del entorno y del personal que realiza el ordeño. | | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 | |
| Erosión del suelo | Riesgo de erosión a causa de prácticas de deforestación. | Uso de medicamentos veterinarios para ganados no certificados o no autorizados. | Ausencia de programas de disposición de desechos y control de plagas en lugares de ordeño. | | |
| | | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 | |
| Agua | Calidad | Poca disponibilidad de agua limpia y segura para el animal. | Uso o desecho inadecuado de medicamentos veterinarios. | Ausencia de controles en tiempo y temperatura de la leche recolectada. | |
| | | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 |
| | | Contaminación | Uso de aguas de procedencia desconocida o procedente de fuentes contaminadas para el consumo del ganado. | Inadecuada disposición de productos de limpieza y desinfectantes. | Inadecuada higiene de los recipientes donde se recolecta la leche. |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 | |
| | Vertimientos industriales | Vertimientos de aguas negras y/o de complejos agroindustriales a fuentes de agua de riego. | Superación de la capacidad de cabezas de ganado por hectárea. | Ordeño de vacas que hayan sido medicadas y no hayan superado el tiempo de permanencia y contaminen la leche. | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 | |
| Aire | Contaminación | Contaminación del aire y polución. | Implementación deficiente de planes o programas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG). | | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | | |
| Fauna y vegetación | Flora y vegetación | Vertimientos por actividad industrial (curtiembres) | Deficientes controles zoonóticos de los animales. | | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | | |
| Otros | Otros | Actividades productivas colindantes que pueden influir en calidad de entornos. | Uso inadecuado de plaguicidas. | | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | | |
| TOTAL ETAPA | | | 10 | 7 | |

ESTUDIO DE CASO: CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE INOCUIDAD

| ETAPAS DEL PROCESO | | | | |
|---|---|--|---|--|
| Almacenamiento | Procesamiento | Comercialización | Consumo | Pruebas de Laboratorio |
| Inadecuadas condiciones de almacenamiento del producto y no control de tiempo y temperatura. Valoración: 1 | Inadecuado control de procesos de recepción y acondicionamiento. Valoración: 1 | Inadecuado manejo de la cadena de frío en la distribución y almacenamiento final del producto. Valoración: 1 | Inadecuadas practicas de manipulación durante el almacenamiento. Valoración: 1 | Presencia de metales pesados en leche o queso en niveles no seguros. Valoración: 1 |
| Presencia en la leche de pelos, materias vegetales u otros por fallas en la filtración. Valoración: 1 | Contaminación cruzada con otro alimento o producto durante su almacenamiento (si aplica). Valoración: 1 | Inadecuada manipulación del producto que favorezca su contaminación. Valoración: 1 | Inadecuadas prácticas de manipulación en el proceso de servicio. Valoración: 1 | Presencia de microorganismos patógenos en niveles no seguros en leche o queso. Valoración: 1 |
| Condiciones deficientes de limpieza de los contenedores de almacenamiento. Valoración: 1 | Inadecuada realización de tratamientos térmicos (tiempo y temperatura) (si aplica). Valoración: 1 | Condiciones inadecuadas de los vehículos que favorece la contaminación de la leche. Valoración: 1 | Desconocimiento de las buenas prácticas de higiene por parte de los consumidores. Valoración: 1 | Presencia de plaguicidas en niveles no seguros en leche o queso. Valoración: 1 |
| Inadecuadas prácticas de manipulación de la leche por parte de los operadores al momento de disponerla para comercialización. Valoración: 1 | Inadecuado proceso de empaque del producto. Valoración: 1 | | | |
| TOTAL ETAPA | 4 | 4 | 3 | 3 |

Tabla 8 Matriz de riesgo potencial real para cadena de leche y queso.

| COMPONENTE AMBIENTAL | | | ETAPAS DEL PROCESO | | |
|---------------------------|--|--|--|---|----------------------|
| Subcomponente | Características | Peligro | Crianza | Ordeño | |
| Suelo | Calidad suelo | Ausencia de estudios sobre calidad de suelos que ratifiquen que se cuenta con pastos seguros. | Piensos o alimentos para ganado contaminados. | Deficiencias en limpieza y desinfección de los lugares donde se hace el ordeño. | |
| | | | Valoración: 0 | Valoración: 0 | Valoración: 1 |
| | | Faltan controles de contaminación del suelo a lo largo de los procesos productivos. | Presencia de plagas en los pastos en los cuales se cria el ganado. | Inadecuadas prácticas de limpieza y desinfección de la ubre. | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 | |
| | Sobrepastoreo y uso intensivo del suelo en unidades productivas. | Aguas de riego provienen de fuentes contaminadas. | Presencia de contaminantes en leche procedentes de la piel del animal, del entorno y del personal que realiza el ordeño. | | |
| | Valoración: 1 | Valoración: 1 | Valoración: 1 | | |
| Erosión del suelo | Riesgo de erosión a causa de prácticas de deforestación. | Uso de medicamentos veterinarios para ganados no certificados o no autorizados. | Ausencia de programas de disposición de desechos y control de plagas en lugares de ordeño. | | |
| | | Valoración: 0 | Valoración: 0 | Valoración: 0 | |
| Agua | Calidad | Poca disponibilidad de agua limpia y segura para el animal. | Uso o desecho inadecuado de medicamentos veterinarios. | Ausencia de controles en tiempo y temperatura de la leche recolectada. | |
| | | | Valoración: 1 | Valoración: 0 | Valoración: 0 |
| | Contaminación | Uso de aguas de procedencia desconocida o procedente de fuentes contaminadas para el consumo del ganado. | Inadecuada disposición de productos de limpieza y desinfectantes. | Inadecuada higiene de los recipientes donde se recolecta la leche. | |
| | | | Valoración: 0 | Valoración: 0 | Valoración: 0 |
| Vertimientos industriales | Vertimientos de aguas negras y/o de complejos agroindustriales a fuentes de agua de riego. | Superación de la capacidad de cabezas de ganado por hectárea. | Ordeño de vacas que hayan sido medicadas y no hayan superado el tiempo de permanencia y contaminen la leche. | | |
| | | Valoración: 0 | Valoración: 1 | Valoración: 0 | |
| Aire | Contaminación | Contaminación del aire y polución. | Implementación deficiente de planes o programas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG). | | |
| | | Valoración: 1 | Valoración: 1 | | |
| Fauna y vegetación | Flora y vegetación | Vertimientos por actividad industrial (curtiembres) | Deficientes controles zoonóticos de los animales. | | |
| | | Valoración: 0 | Valoración: 0 | | |
| Otros | Otros | Actividades productivas colindantes que pueden influir en calidad de entornos. | Uso inadecuado de plaguicidas. | | |
| | | Valoración: 0 | Valoración: 0 | | |
| TOTAL ETAPA | | | 4 | 3 | 2 |

Tabla 9 Cálculo del índice global de riesgo en la cadena productiva de leche y queso.

| Componente ambiental | ETAPAS DEL PROCESO | | |
|---|--------------------|---------|--------|
| | | Crianza | Ordeño |
| Factor de riesgo por componente o etapa. | 10 | 10 | 7 |
| Valoración real (escenario encontrado de riesgo). | 4 | 3 | 2 |
| Factor de riesgo por componente o etapa | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| PELIGROS TOTALES | 44 | | |
| PROMEDIO ARITMÉTICO | 3,5 | | |
| PROMEDIO PONDERADO | 3,4 | | |
| INDICE DE RIESGO GLOBAL | 3 | | |

ESCALA DE INTERPRETACION

| | |
|---------|-----------------------------------|
| 1 A 3.9 | Producto generado de bajo riesgo |
| 4 A 6.9 | Producto generado de riesgo medio |
| 7 A 10 | Producto generado de alto riesgo |

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad.

| Almacenamiento | Procesamiento | Comercialización | Consumo | Pruebas de laboratorio |
|----------------|---------------|------------------|---------|------------------------|
| 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,3 | 0,3 |

Tabla 10 Interpretación del índice global del riesgo obtenido para una cadena productiva de leche y queso.

| Nivel de riesgo | Valor asociado |
|-----------------|----------------|
| Bajo | 1 a 3,9 |
| Medio | 4 a 6,9 |
| Alto | 7 a 10 |

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Ministerio de Salud y Protección social (2015a)

La matriz propuesta en la Tabla 11 contiene columnas que corresponden a: puntos críticos identificados previamente, peligro, riesgo y gestión del riesgo; en este último, se deben identificar las acciones que puedan mejorar o mitigar ese riesgo, así como la entidad o la persona responsable de ejecutar esa acción de mejora. Por su parte, las filas corresponden a cada una de las etapas productivas identificadas en la cadena.

- **Columna Etapa productiva:** aquí deben diligenciarse cada una de las grandes etapas del proceso de producción identificadas en el Paso 1.
- **Columna Punto crítico:** aquí deben indicarse las actividades específicas en las cuales se presentan los peligros identificados en los Pasos 3 y 4.
- **Columna Peligro:** aquí deben mencionarse los peligros químicos, físicos y biológicos identificados en el Paso 3 y confirmados en el Paso 4.
- **Columna Riesgo:** aquí deben plantearse los riesgos para la salud, derivados de los peligros, que podría tener el consumidor final del alimento.
- **Columna Acción de mejora:** aquí deben proponerse actividades que mitiguen el riesgo y disminuyan la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos por consumo del alimento o durante el proceso productivo.
- **Columna Responsable de ejecutar la acción de mejora:** aquí se debe especificar el actor clave dentro del proceso que tendrá la responsabilidad de la adecuada ejecución de las actividades planteadas en la columna anterior.

Tabla 11 Matriz propuesta para gestión del riesgo.

| Etapa productiva | Punto crítico | Peligro | Riesgo | Gestión del riesgo | |
|--------------------------|---------------|---------|--------|--------------------|---|
| | | | | Acción de mejora | Responsable de ejecutar la acción de mejora |
| Crianza de ganado vacuno | | | | | |
| Ordeño | | | | | |
| Almacenamiento de leche | | | | | |
| Procesamiento | | | | | |
| Comercialización | | | | | |
| Consumo | | | | | |

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad.

Paso 6. Comunicación del riesgo: sensibilización y aporte de elementos

Todas las acciones planteadas previamente deben ser comunicadas y analizadas con los actores responsables con el fin de implementar las medidas correctivas. En lo posible, todas las acciones deben ser objeto de seguimiento, retroalimentación o modificación.

La comunicación del riesgo es uno de los principales puntos a trabajar, en aras de garantizar alimentos sanos y seguros. Como es bien sabido, la comunicación atraviesa todos los puntos de interacción humana, y en el área de la seguridad alimentaria y nutricional es un elemento transversal en la evaluación y en la gestión de riesgos. Al respecto, debe tenerse presente siempre el quién, qué, cómo, cuándo y por qué se comunica. Así deben considerarse por lo menos tres subprocesos de comunicación del riesgo:

- Comunicación de definición de riesgos y actores.
- Comunicación de acciones correctivas.
- Difusión de procesos implementados que permitan la gestión del riesgo.

Desarrollar acciones en favor de la claridad de la comunicación, para cada uno de estos procesos, facilita la interacción y respuesta de los equipos que trabajan en la producción de los derivados de la cadena de leche y queso. Esto hace posible la ágil incorporación de correctivos, que derivará en una mayor seguridad para los consumidores y para todos los encargados del proceso productivo.

Para el caso ejemplo de la cadena de leche y queso se presenta una posible matriz de gestión del riesgo (Tabla 12).

Tabla 12. Ejemplo de matriz de gestión del riesgo para la cadena productiva de leche y queso en un municipio de Cundinamarca.

| Etapa productiva | Punto crítico | Peligro | Riesgo |
|--------------------------|--|--|---|
| Crianza de ganado vacuno | Alimentación de las vacas | <p>Peligro Químico: Agua y pastos contaminados con metales pesados, residuos de agroquímicos u otras sustancias que se le aplique a los pastos que consumen el ganado.</p> <p>Peligro Químico: Concentrado utilizado para la alimentación que contenga agentes químicos de dudosa procedencia.</p> | Exposición del consumidor final a leche contaminada con residuos de metales pesados, plaguicidas, sustancias tóxicas, que facilitan la intoxicación por ingestión de estos productos. |
| | Manejo de enfermedades | Peligro Químico: Uso inadecuado de medicamentos. | Exposición del consumidor final a leche contaminada con residuos de medicamentos, especialmente antibióticos, que puede perjudicar la salud de este. |
| Ordeño | Limpieza y desinfección en el proceso de ordeño | Peligro Químico: Uso inadecuado de productos de limpieza y desinfección para las vacas. | Leche contaminada con residuos de químicos desinfectantes, facilitan la intoxicación por ingestión de estos productos. |
| | | <p>Peligro Biológico: Deficiencia en la limpieza y desinfección de los instrumentos utilizados para el ordeño.</p> <p>Peligro Biológico: No remoción adecuada de microorganismos que hacen parte de la microbiota normal de la piel de la vaca.</p> | La contaminación por agentes microbianos puede generar un cuadro de intoxicación alimentaria. |
| | | Peligro Físico: Objetos del entorno que pueden llegar a la leche. | Alimentos con objetos extraños o fragmentos no deseados pueden causar daño o lesión física al consumidor. |
| Almacenamiento de leche | Almacenamiento en calabucos | Peligro Químico: No adecuado proceso de limpieza y desinfección de calabucos. | Leche contaminada con residuos de productos químicos utilizados para limpieza y desinfección, facilitan la intoxicación por ingestión de estos productos. |
| | Almacenamiento en cuartos fríos | Peligro Biológico: Mal manejo de temperatura y humedad de los cuartos fríos. | Reproducción de microorganismos en la leche puede generar un cuadro de intoxicación alimentaria. |
| | Manipulación | Peligro Biológico: Contaminación de la leche por inadecuada manipulación. | Contaminación de la leche con microorganismos provenientes de la inadecuada manipulación, puede generar un cuadro de intoxicación alimentaria. |
| Procesamiento | Manipulación de la leche | Peligro Biológico: Contaminación de la leche o queso por inadecuada manipulación. | Contaminación de la leche o queso con microorganismos provenientes de la inadecuada manipulación, puede generar un cuadro de intoxicación alimentaria |
| | Temperatura de procesamiento | Peligro Biológico: Deficiencia en el control de la temperatura en los diversos procesos de producción de queso. | Crecimiento de microorganismos y contaminación de la leche, puede generar un cuadro de intoxicación alimentaria |
| | Limpieza y desinfección | Peligro Químico: Contaminación de la leche o del queso por uso inadecuado de productos de limpieza. | Leche o queso contaminados con residuos de productos químicos utilizados para limpieza y desinfección, facilitan la intoxicación por ingestión de estos productos |
| Comercialización | Conservación y manejo del alimento durante la comercialización | Peligro Biológico: Manipulación y manejo inadecuado de temperatura de refrigeración de los alimentos. | Contaminación de la leche, queso y derivados por crecimiento de microorganismos, que puede generar un cuadro de intoxicación alimentaria |
| Consumo | Manipulación del queso y de la leche | Peligro Biológico: Manipulación de queso inadecuada, contaminación cruzada. | Contaminación del queso y la leche por microorganismos, que puede generar un cuadro de intoxicación alimentaria |
| | Conservación de alimentos | Peligro Biológico: Manejo inadecuado de temperatura de refrigeración. | Contaminación de la leche, queso y derivados por crecimiento de microorganismos |

| Gestión del Riesgo | |
|---|--|
| Acción de mejora | Responsable |
| <p>Buenas Prácticas Ganaderas (BPG): Capacitación del personal sobre alimentación animal, saneamiento básico, almacenamiento de insumos pecuarios. Realizar verificación de calidad de agua que se utiliza para el riego de los pastos. Contar con proveedores que garanticen la calidad de los agroquímicos, así como las concentraciones de los productos y las indicaciones de uso Comprar concentrado en lugares destinados para tal fin, y además que cuente con los registros y etiquetas correspondientes.</p> | <p>Umatas: Unidades Municipales de Asistencia Técnica Productores</p> |
| <p>Buenas Prácticas Ganaderas (BPG): Capacitación del personal sobre uso de medicamentos veterinarios (BPUMV). Comprar medicamentos con registros y etiquetas correspondientes Manejar las enfermedades con ayuda del veterinario Suministrar las dosis adecuadas de medicamentos. Elaborar y ejecutar un plan de manejo de leche cuando la vaca está en tratamiento con medicamentos.</p> | |
| <p>Buenas Prácticas Ganaderas (BPG): Capacitación del personal sobre instalaciones pecuarias, sanidad animal y bioseguridad, medidas de seguridad del personal, registro y documentación. Utilizar productos de limpieza y desinfección en concentraciones adecuadas. Tener un protocolo de ordeño y registro.</p> | <p>Umatas: Unidades Municipales de Asistencia Técnica Productores</p> |
| <p>Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): Capacitación del personal en protocolos de limpieza y desinfección de instrumentos, equipos y recipientes utilizados para almacenamiento de la leche, calibración adecuada y periódica de termómetros e higrómetro.</p> | <p>Umatas: Unidades Municipales de Asistencia Técnica Productores</p> |
| <p>Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): Capacitación del personal en protocolos de limpieza y desinfección de instrumentos, control de temperatura, adecuada manipulación de alimentos. Contar con protocolos para realizar cada una de las pruebas físicas, químicas y microbiológicas a la leche, al queso y a todos los productos derivados realizados.</p> | <p>Umatas: Unidades Municipales de Asistencia Técnica</p> |
| <p>Toma periódica de temperatura de los refrigeradores Calibración periódica de termómetros</p> | <p>Umatas: Unidades Municipales de Asistencia Técnica</p> |
| <p>Uso de buenas prácticas de manipulación</p> | <p>Interventoría del Programa Escolar PAE, así como el operador del proyecto dependiendo del municipio</p> |
| <p>Toma periódica de temperatura de los refrigeradores Calibración periódica de termómetros</p> | |

Conclusión

Garantizar la calidad e inocuidad de los productos de la cadena láctea requiere de la participación y el compromiso de la totalidad de los actores que la componen. Como se ha mostrado en este documento, la inocuidad es un componente fundamental en los procesos productivos que tienen por finalidad la alimentación humana, y les permite a los consumidores acceder a alimentos sanos y seguros que les permitan desarrollar sus funciones vitales, y les proporcionen salud y bienestar.

En ese entendido, de la mano con las actuales aproximaciones a las comprensiones del medio ambiente y de salud global, la invitación es a ser capaces de evidenciar las interrelaciones que se ponen en juego en los procesos de producción de la cadena láctea. Para ello, puede ser de gran utilidad el enfoque expuesto que se centra en la perspectiva “De la granja a la mesa”, en el cual los distintos componentes de la cadena alimentaria deben hacer parte del análisis, para lograr representar de manera fidedigna las especificidades propias de la cadena productiva que se analice.

Sin embargo, ese proceso no debe culminar allí; se debe dar paso, consecuentemente, a la determinación y esquematización de puntos críticos, que permitan delimitar los peligros que puedan presentarse en distintos puntos de la cadena de producción —en este caso de leche y queso—; esto con el fin de proporcionar herramientas que faciliten la gestión oportuna del riesgo, a través de la definición de medidas correctivas, la determinación de los ejecutores de dichas medidas y el proceso de comunicación de los riesgos.

Referencias bibliográficas

- Agencia de Sanidad y Consumo del Principado de Asturias (s.f.). *Manual para el manipulador de alimentos*. Principado de Asturias. Recuperado de : https://tematico8.asturias.es/repositorio/seguridad-alimentaria/articulos/articulo_1184056059812.html
- Alcaldía Mayor de Bogotá (2011). *Política Distrital de Salud Ambiental para Bogotá, D.C. 2011-2023*. Recuperado de: <https://www.ambientebogota.gov.co/politica-distrital-de-salud-ambiental>
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. España: Díaz de Santos
- Espinosa-Fenwarth, A. (2013). *Análisis del acuerdo de asociación entre Colombia y la Unión Europea: agricultura y medidas sanitarias y fitosanitarias*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/4823>
- Ferrandis-García Aparisi, G. (2014). *Seguridad, higiene y gestión de la calidad alimentaria*. Madrid: Editorial Síntesis S.A.
- Holmes, S.F. (2003). *De la granja a la mesa: un enfoque mundial para la calidad e inocuidad de los alimentos* (pp. 4-6).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2015). *Información Cadena Láctea* (pp. 4-5).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Protección Social; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2005). *Conpes 3375 -Política Nacional de Sanidad Agropecuaria e inocuidad de alimentos para el sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%3%B3micos/3375.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2013a). *La inocuidad de alimentos y su importancia en la cadena agroalimentaria. Calidad e inocuidad de los alimentos*. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-temp-jd/LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS%20Y%20SU%20IMPORTANCIA%20EN%20LA%20CADENA%20AGRO-ALIMENTARIA.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2013b). *Sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF). Salud Pública. Calidad e Inocuidad de Alimentos* (pp. 1-3). Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-temp-jd/SISTEMA%20DE%20MEDIDAS%20SANITARIAS%20Y%20FITOSANITARIAS%20-%20MSF.pdf>

- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2015a). *Abecé de la inocuidad de alimentos*. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/abc-inocuidad.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2015b). *Alimentos seguros en el Día Mundial de la Salud*. Boletín de prensa n°. 078. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Alimentos-seguros-en-el-Dia-Mundial-de-la-Salud.aspx>
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2015c). *Calidad e inocuidad de alimentos*. Salud.
- Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de la Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Educación Nacional, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar [ICBF], Instituto Colombiano de Desarrollo Rural y Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2007). *Documento Conpes Social 113-Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN)*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (1997). *Comisión del Codex Alimentarius: Manual de procedimiento* (10ª ed.).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2001). *Indicadores de calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural*. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/W4745S/w4745s00.htm#toc>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2003). *Estrategia de la FAO relativa al enfoque de calidad e inocuidad de los alimentos basado en la cadena alimentaria: Documento marco para la formulación de la futura orientación estratégica*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/Y8350s/Y8350s.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2013). *Cadenas agroalimentarias*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2015). *Alimentos sanos y seguros*. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/am401s/am401s05.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (s.f.). *Principios Generales de Higiene de los Alimentos*. CAC RCP 1 1969. Recuperado de: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXP_001s.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Ministerio de Sanidad y Consumo de España (2002). *Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos*. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/W8088S/W8088S00.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS] (2007). *Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos. Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de alimentos*. Roma. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/a0822s/a0822s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS] (2003). *Garantía de la inocuidad y calidad de los alimentos: directrices para el fortalecimiento de los sistemas nacionales de control de los alimentos*. Roma.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Organización Panamericana de la Salud [OPS] (2019). |Recuperado de: <https://www.paho.org/es/documentos/folleto-inocuidad-alimentos-asunto-todos-guia-para-dia-mundial-inocuidad-alimentos-2019>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS] (2017). *Estrategia regional de inocuidad de alimentos y prevención de las enfermedades transmitidas por alimentos para las Américas (2013-2017)* [Vol. 5]. 6a Reunión de La Comisión Panamericana de Inocuidad de Alimentos (COPAIA 6). Recuperado de: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51341>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS] (2018). *Inocuidad de alimentos*. PANAFTOSA.
- Organización Panamericana de la Salud [OPS] (s.f. a). *Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos*. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es
- Organización Panamericana de la Salud [OPS] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (s.f.). *Clasificación de los peligros*. HACCP. Recuperado de: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article%20&id=10837:2015-&lang=es#gsc.tab=0
- Organización Panamericana de la Salud [OPS] y Organización Mundial de la Salud [OMS] (2014). *Plan Estratégico de la Organización Panamericana de la Salud 2014-2019*. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/documentos/plan-estrategico-organizacion-panamericana-salud-2014-2019>
- Sosa-Leonardo, C. (2017). *Propuesta de un sistema de trazabilidad de productos para la cadena de suministro agroalimentaria*. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/91067/TFM%20Cesar%20Sosa_15061120189977037895954151712872.pdf?sequence=2
- Torrado-Pacheco, A. (2007). *Buenas Prácticas Agrícolas. Sistema de aseguramiento de la inocuidad de los alimentos*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/getattachment/b51b85e3-7824-44f7-858d-c0af5a653568/Publicacion-3.aspx>
- Universidad Nacional de Colombia y Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 (2012). *Convenio Marco 395 de 2012. Acuerdo de cooperación para participar activamente en el Corredor Tecnológico Agroindustrial de Bogotá Cundinamarca*.
- Vera, A.M., Venegas, A.M., Pertuz-Cruz, S.L. y Angulo, R. (2015). *Análisis de los factores medioambientales condicionantes de la inocuidad de hortalizas cultivadas y consumidas en el área rural de Tenjo, Colombia*. *Revista de la Facultad de Medicina*, 63(1), 57-68.

Este manual se imprimió
por DGP Editores S.A.S
usando tipos Ancizar
en febrero de 2025
Bogotá (Colombia)

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una estrategia de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, en la cual participan actores directivos del sector agropecuario y agroindustrial de Cundinamarca y Bogotá, D. C., con el fin de aunar esfuerzos en actividades de desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sus capacidades están orientadas a la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, que permitan la transferencia tecnológica al sector agropecuario y agroindustrial.

El presente documento es uno de los resultados del Subproyecto “Calidad nutricional y seguridad alimentaria para los escolares y sus familias en Bogotá y Cundinamarca”, desarrollado en el marco del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, Proyecto “Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oriente”, suscrito por la Gobernación de Cundinamarca, a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación; la Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico; la Universidad Nacional de Colombia, y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, antes Corpoica). El Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 es financiado con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

ISBN: 978-958-505-771-5

