Inocuidad
en la cadena productiva de papa

Guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de papa 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:

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
BOGOTÁ

Gobernación de Cundinamarca

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Inocuidad

en la cadena productiva de papa

Guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de papa en Cundinamarca

Inocuidad

en la cadena productiva de papa

Guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de papa 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:

AGROSAVIA Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. | BOGOTÁ

Gobernación de Cundinamarca

Universidad Nacional de Colombia

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Pertuz Cruz, Sonia Liliana, 1973-
Inocuidad en la cadena productiva de papa : guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de papa 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.
1 recurso en línea (70 páginas) : ilustraciones, diagramas

Incluye referencias bibliográficas
ISBN 978-958-505-770-8 (digital)

1. Papas (Tubérculos) -- Comercialización 2. Papas (Tubérculos) -- Calidad 3. Calidad del cultivo 4. Calidad de los alimentos 5. Inocuidad alimentaria 6. Higiene de los alimentos 7. Riesgos en agricultura 8. Evaluación de riesgos 9. Procesos agrícolas -- Control de calidad 10. Productos agrícolas -- Comercio -- Cundinamarca (Colombia) -- Estudio de casos 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 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-23 664.80521 / 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

PREPARACIÓN EDITORIAL
Mesa Editorial
Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

GESTOR DE CONTENIDOS:
Luis Gabriel Bautista Montealegre I. A. M. Sc.
Rodrigo Orlando Pinzón Caballero I. A.

DISEÑO GRÁFICO:
María Victoria Guerra Rivero
Andrés Conrado Montoya Acosta

IMPRESIÓN:
DGP Editores S.A.S
Bogotá D. C.
2024

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. (2024). Inocuidad en la cadena productiva de papa: Guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de papa en Cundinamarca. Bogota D. C., Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.

Primera edición, 2024

ISBN impreso: 978-958-505-769-2
ISBN digital: 978-958-505-770-8

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 papa a partir de la experiencia en algunos municipios de Cundinamarca Bogotá D.C.".
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.
Queda prohíba 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-NoDerivs 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 editorias y no debe tener fines comerciales. Se puede consultar la licencia en: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/g

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 resultado 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 ejecutó el proyecto y no el de su fecha de publicación.

Contenido

Agradecimientos 13

Presentación 15

Conceptualización general:
inocuidad, sanidad y seguridad de alimentos 17

Seguridad alimentaria y nutricional e inocuidad 17

Calidad alimentaria 18

Inocuidad alimentaria 18

Alimentos sanos y seguros 19

Importancia de garantizar la oferta de alimentos sanos y seguros 20

Sistemas de calidad 21

Medidas sanitarias y fitosanitarias 22

Entidades responsables de garantizar la inocuidad y seguridad de los alimentos en Colombia 24

Cadenas agroalimentarias 25

Marco normativo nacional relacionado con los alimentos sanos y seguros 28

Elementos para la aplicación de una estrategia de inocuidad con enfoque "De la granja a la mesa" 31

Peligros, riesgos y trazabilidad 32

Pasos sugeridos para realizar un análisis de riesgo 34

Influencia de los factores medioambientales en la inocuidad de las cadenas 35

Estudio de caso: análisis de riesgos en una cadena productiva de papa de Cundinamarca para construcción de una herramienta de evaluación rápida de inocuidad 37

Paso 1. Elaborar la representación gráfica o diagrama de flujo que represente la cadena productiva del alimento objeto de estudio 37

Paso 2. Caracterizar el entorno o las condiciones medioambientales que puedan aportar elementos contaminantes 39

Paso 3. Identificación y esquematización de puntos críticos 40

Paso 4. Confirmación de los peligros a partir de análisis de laboratorio, encuestas con actores y análisis de variables ambientales (opcional) 43

Paso 5. Gestión del riesgo: definición de medidas correctivas, responsables 48

Paso 6. Comunicación del riesgo: sensibilización y aporte de elementos 60

Conclusión 61

Glosario 63

Referencias bibliográficas 67

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, pequeños cultivadores, comercializadores, coordinadores y operadores logísticos, personal de preparación de los alimentos en restaurantes escolares, no se hubiese podido obtener el presente documento.

A la estudiante Cindy Caroline Jiménez Bernal.

Presentación

El Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 fue una iniciativa que integró a la Universidad Nacional de Colombia, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica, ahora Agrosavia), el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico y el departamento de Cundinamarca para la realización de esfuerzos técnicos, científicos, tecnológicos, administrativos y financieros, con el fin de promover acciones de investigación, innovación, desarrollo tecnológico y transferencia tecnológica entre en el sector agropecuario y agroindustrial de Bogotá y Cundinamarca (Universidad Nacional de Colombia y Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, 2012).

En el año 2017 la Universidad Nacional de Colombia y el Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 desarrollaron el proyecto de investigación "Calidad nutricional y seguridad alimentaria para los escolares y sus familias en Bogotá y Cundinamarca". En el Subproyecto Calidad e Inocuidad se analizaron cadenas productivas de alimentos de consumo habitual por parte de la población, entre ellos la papa.

La papa es un alimento de consumo habitual que hace parte de la tradición gastronómica de la región. Sus condiciones de calidad, en lo que a inocuidad se refiere, pueden verse afectadas por el uso de insumos químicos —como plaguicidas para el control de enfermedades y plagas—, la contaminación química o microbiológica de las aguas con que se hace el riego del tubérculo, y las condiciones de cosecha, almacenamiento, preparación y consumo. Por tanto, la generación de estrategias orientadas a garantizar la seguridad del producto se ha constituido en un reto tanto para productores como para organismos estatales y privados.

En este contexto, con el enfoque "De la granja a la mesa", y mediante la adecuación de una metodología de análisis de riesgos básicos, adaptable a un contexto

específico, se desarrolló una herramienta de trazabilidad a partir de un proceso de caracterización y evaluación de las condiciones asociadas a la inocuidad en la cadena productiva de papa. La experiencia se desarrolló con el apoyo de pequeños productores de papa en Cundinamarca de las variedades ICA Única, Diacol Capiro (R-12) y Rubí, así como con gestores de programas sociales de alimentación y diferentes actores de la cadena, incluyendo aquellos que preparaban el alimento.

A partir de los resultados observados se propuso una herramienta o matriz que posibilitara la estimación de un índice global de inocuidad, la cual considera un reconocimiento de las condiciones ambientales donde se realiza el cultivo y luego evalúa en forma rápida los peligros en cada una de las etapas; esto facilita el planteamiento de acciones oportunas que permitan la adopción de medidas de prevención o corrección. Para la verificación de los peligros identificados se realizó la determinación directa, en laboratorio, de residuos de plaguicidas, metales pesados y microorganismos en muestras compuestas técnicamente establecidas.

Con base en el trabajo anteriormente descrito se elaboró el presente texto, cuyo objetivo central es informar a las personas vinculadas en los procesos productivos de papa —especialmente pequeños productores— sobre cómo aplicar de manera sencilla una estrategia de trazabilidad. De tal modo, el documento que el lector tiene en sus manos brinda elementos de interés para favorecer el control de los aspectos críticos y contribuir al mejoramiento de la calidad del alimento producido y la seguridad del consumidor.

Conceptualización general: inocuidad, sanidad y seguridad de alimentos

Los conceptos de inocuidad, sanidad y seguridad de alimentos se han establecido para aludir a alimentos que no causan daño a quien los consume y que, por el contrario, en el contexto de una alimentación adecuada, conllevan a efectos positivos para la salud. No obstante, es importante reconocer que estos atributos en los alimentos están determinados en gran medida por las condiciones y las características de los entornos en que se producen.

Lo anterior justifica la aplicación de las metodologías de análisis de riesgos, que permiten identificar peligros y riesgos a lo largo de las cadenas alimentarias y facilitan la recomendación de lineamientos que favorezcan la seguridad de los alimentos producidos en el país (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS], 2002).

Seguridad alimentaria y nutricional e inocuidad

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).

En Colombia, según el Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN) de 2008, la seguridad alimentaria y nutricional se define 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). Por lo tanto, la calidad y la inocuidad de los alimentos constituyen un eje trasversal en la política de seguridad alimentaria y nutricional. La utilización o aprovechamiento biológico de los alimentos se favorece cuando los alimentos tienen características de calidad e inocuidad (Ferrandis-García Aparisi, 2014).

En general, el consumo de alimentos con características nutricionales apropiadas e inocuos tendrá un efecto positivo en el mejoramiento de los problemas nutricionales de la población (Organización Panamericana de la Salud [OPS] y OMS, 2014; OPS, 2017). 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

El concepto de calidad se ha ido modificando a lo largo del tiempo; hace referencia tanto a atributos y características, como a su adecuación y capacidad de satisfacer necesidades. La calidad alimentaria abarca todos los atributos que posee el alimento en cuanto a sus características sensoriales, valor nutritivo, aspectos sanitarios y cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas (Ferrandis-García Aparisi, 2014). Para el Ministerio de Salud y Protección Social (2013a) la inocuidad es un atributo principal de la calidad.

Inocuidad alimentaria

Desde 1963, el *Codex Alimentarius* ha venido elaborando normas, directrices y códigos para garantizar que los alimentos sean inocuos y puedan ser comercializados (FAO, 2018). Inocuidad es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando

sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso al cual se destine, lo que implica que el alimento esté libre de contaminación en niveles inadmisibles (OPS, s. f. a). La inocuidad engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos. Las políticas y actividades que persiguen dicho fin deberán abarcar a toda la cadena alimenticia, desde la producción hasta el consumo (OPS, s. f. b).

> Un alimento inocuo es aquel que no presenta agentes físicos, químicos, biológicos o genéticos que constituyan riesgo para la salud de las personas. Debe haber certeza de que la ingestión del alimento no producirá enfermedad, habida cuenta de que la manera y cantidad de ingestión sea la adecuada (OPS, s. f. a).

Para el Ministerio de Salud y Protección Social (2013a) la inocuidad puede definirse como "el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que, una vez ingeridos, no representen un riesgo apreciable para la salud". Del mismo modo, menciona que 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 preparación y el consumo de los alimentos; es decir, la inocuidad va "de la granja a la mesa".

Es importante mencionar que una de las estrategias más importantes para garantizar la inocuidad e idoneidad de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria son las buenas prácticas, dentro de las cuales se pueden mencionar las Buenas Prácticas Agrícolas [BPA] y las Buenas Prácticas de Manipulación [BPM] (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011).

Alimentos sanos y seguros

Un alimento sano es aquel que se encuentra íntegro, sin daño o deterioro (OPS, s. f. a). Un alimento seguro también es denominado como alimento inocuo, ya que en él no se encuentran microorganismos peligrosos (bacterias, virus, parásitos u

hongos), químicos (alérgenos, residuos de medicamentos, agroquímicos o toxinas) o agentes físicos externos (tierra, pelo, insectos) y se garantiza que su consumo no producirá daño o enfermedad, es decir, no representa riesgo para quien los consume (FAO, 2015; OPS, 2018).

De manera reciente, la seguridad de los alimentos se entiende de un modo más amplio; no solo se aborda como la condición de inocuidad, sino que se ha asociado con el desarrollo sostenible de cultivar, producir y consumir alimentos sanos y seguros para todos. Para ello incorpora la necesidad de cumplir con los protocolos a lo largo de toda la cadena de producción (Bello, 2000).

La seguridad de los alimentos también se encuentra asociada a su periodo de vida útil. Dicho período hace referencia al lapso en el cual el alimento conserva su integridad y no se presenta alteración microbiológica, sensorial o contaminación química. Esto es importante si se tiene en cuenta que, una vez se inicia este proceso, también se inicia el deterioro y la pérdida de calidad del alimento.

> La seguridad implica valorar componentes o microorganismos que, en determinadas cantidades, podrían convertir el alimento en una fuente de peligros que supongan riesgos para la salud (Bello, 2000).

Importancia de garantizar la oferta de alimentos sanos y seguros

La Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional plantea una línea de acción orientada a la protección al consumidor mediante la garantía de calidad e inocuidad de los alimentos. En el *Documento Conpes Social 113* se menciona: "La importancia de generar productos inocuos radica en la necesidad de disminuir el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos y por el agua, con la posibilidad de comercializarlos con la máxima certidumbre sobre su procedencia y calidad sanitaria, lo cual se traduce en un razonable grado de confianza de los consumidores

hacia los productos que adquieren, y en el incremento de la probabilidad de acceder con éxito a mercados cada vez más competitivos y exigentes" (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2007).

En definitiva, contar con alimentos sanos y seguros permite garantizar el cumplimiento de los objetivos orientados al mejoramiento de las condiciones nutricionales y de salud integral de la población.

> La disponibilidad de alimentos seguros, sanos y nutritivos es necesaria para mejorar el estado nutricional de la población y contribuir a la sostenibilidad ambiental. Se debe favorecer el cumplimiento de estándares mínimos de calidad para su comercialización.

Sistemas de calidad

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha elaborado numerosos manuales con lineamientos y procedimientos conducentes a promover prácticas de inocuidad alimentaria. En los años noventa, por recomendación del *Codex Alimentarius*, adoptó procedimientos específicos de control de riesgos, y metodologías como el sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos [APPCC] (FAO y Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2002).

Desde esa época se han desarrollado adaptaciones exitosas de la metodología en diferentes países y en diversas situaciones; también se ha fortalecido el sistema normativo relacionado con inocuidad y la implementación de la estrategia "De la granja a la mesa". No obstante, en muchos países se requiere mayor integración y financiación.

Los sistemas contemplan conjuntos de normas, procedimientos y orientaciones estratégicas, con criterios preventivos y enfoque relativo a la evaluación y reducción de riesgos a lo largo de la cadena alimentaria. Estos tienen el reto de adaptarse

a las condiciones cambiantes de los entornos, las variaciones poblacionales y los cambios en hábitos alimentarios (FAO, 2003a). Los sistemas aplican a lo largo de toda la cadena productiva y se enfocan en lograr una máxima reducción de los riesgos, aplicando estrategias de control sobre una base científica, priorizando con base en los análisis de riesgos y estableciendo iniciativas para desarrollar por todos (FAO, 2003b).

Dentro de los principales sistemas de aseguramiento de la calidad de los alimentos se encuentran el Inicial mayúscula: 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

La Organización Mundial del Comercio (OMC) exige la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF), que operan de manera análoga con los sistemas que propenden por la inocuidad de alimentos (FAO, 2003a). Las 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 la implementación de un enfoque "De la granja a 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 al., 2005).

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

Análisis de riesgo como base 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. Este sistema tiene tres grandes componentes: la evaluación del riesgo, la gestión de riesgo y la comunicación del riesgo (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural et al., 2005).

La evaluación del riesgo corresponde a la identificación y caracterización de los peligros que pueden determinar un riesgo según el grado de exposición; mientras que la gestión del riesgo está relacionada con la aplicación de medidas fitosanitarias y el desarrollo de acciones de control, prevención, diagnóstico y control. También incluye la introducción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas Higiénicas (BPH), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP por sus siglas en inglés) y trazabilidad. Finalmente, la comunicación del riesgo contempla el intercambio de información y opiniones sobre el riesgo, actividades de consulta y notificación, así como estrategias de comunicación y educación a las autoridades sanitarias y los diferentes actores, desde productores hasta el consumidor final (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural et al., 2005).

> Los sistemas MSF tienen una orientación y un accionar soportado en el análisis de riesgo (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013b).

Entidades responsables de garantizar la inocuidad y seguridad de los alimentos en Colombia

La inocuidad de los alimentos, como atributo fundamental de la calidad, se genera en la producción primaria, y se transfiere a otros eslabones de la cadena alimentaria. La inocuidad de las cadenas agroalimentarias se considera una responsabilidad conjunta de los organismos presentados en la Figura 1 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015).

Política general y regulaciones

- Ministerio de Salud y Protección Social.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Soporte científico y técnico

- Universidades y centros de investigación.
- Coorporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica, ahora AGROSAVIA).
- Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de Alimentos (UERIA).

Agencias y oficinas regionales y locales

- Grupos de Trabajo Territorial (GTT).
- Puertos, Aeropuertos y Pasos de Frontera (PAPF).
- Entidades Territoriales en Salud (ETS).Oficinas regionales y locales del ICA.
- Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

Coordinacion técnica central

- Instituto de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA).
- Instituto Nacional de Salud (INS).
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).
- Comisión Intersectorial de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF).

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).

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

Cadenas agroalimentarias

El enfoque actual de inocuidad demanda acciones desde distintas disciplinas que inciden en las etapas de una cadena agroalimentaria (Figura 2). Tales cadenas "cubren todas las etapas de la producción agropecuaria de alimentos, siendo el proceso de una serie de acontecimientos que van desde la provisión de insumos, producción, transformación, comercialización, distribución y el consumo" (FAO, 2013).

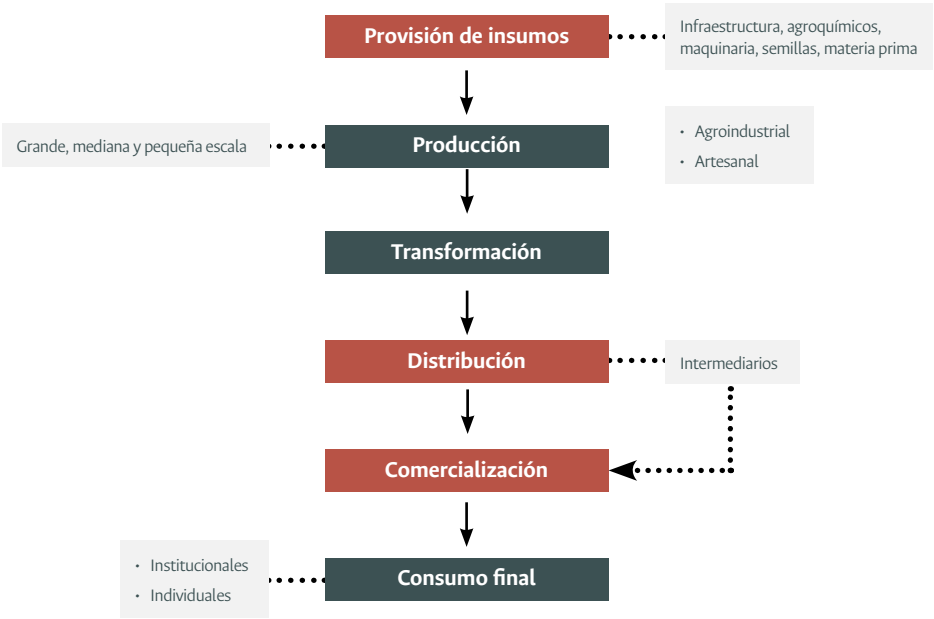

Figura 2 Etapas generales de una cadena agroalimentaria.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Agencia de Sanidad y Consumo del Principado de Asturias (s. f.).

Las etapas generales de una cadena incluyen:

- **Producción primaria:** proporciona la materia prima de la cadena mediante actividades como cría, cultivos, ganadería, pesca y caza, entre otros. Es el primer eslabón 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. En alimentos naturales puede omitirse la transformación, ya que el alimento puede ser dispuesto directamente para la comercialización.
- **Comercialización:** implica el proceso de transporte, distribución, comercialización y venta de los productos que se 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 también 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 papa, desde la provisión de insumos.

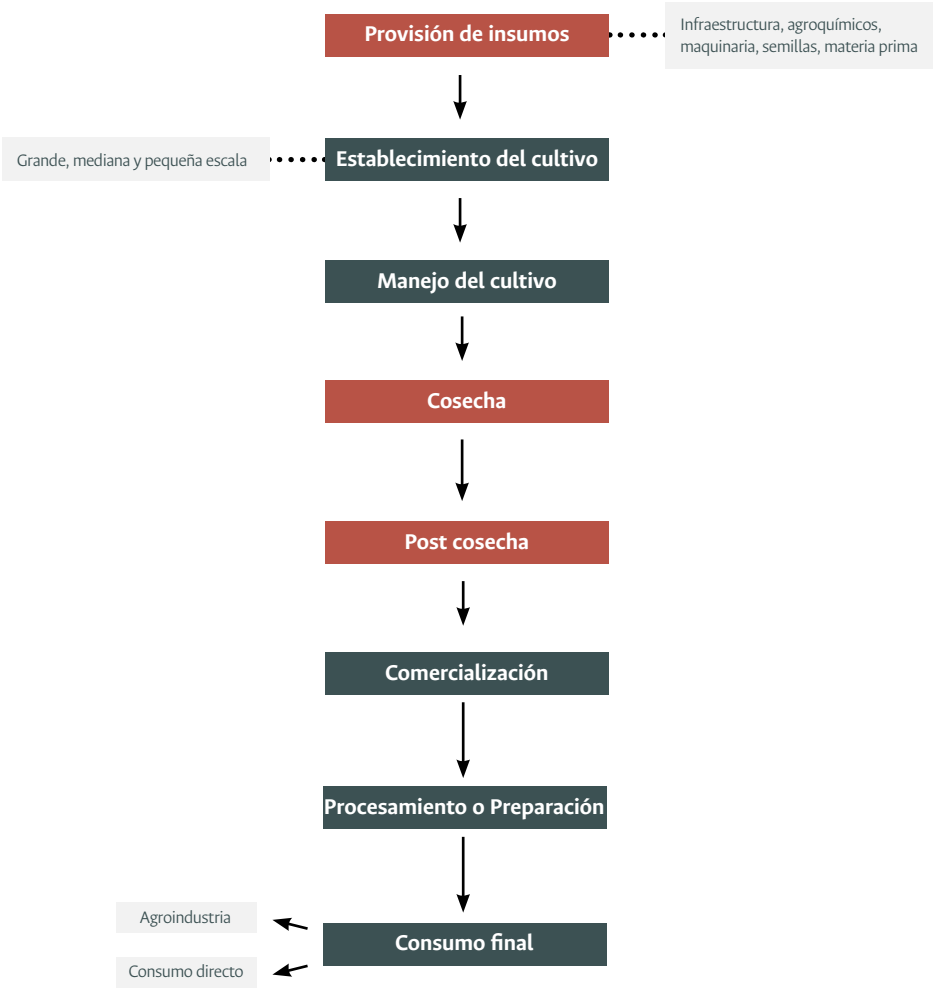

Figura 3 Etapas de una cadena productiva de papa.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e inocuidad, basado en Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2015).

Marco normativo nacional relacionado con los alimentos sanos y seguros

La reglamentación vigente en inocuidad de alimentos está organizada en regulación transversal y específica, tal como se refiere en la Tabla 1 y la Tabla 2.

Tabla 1 Normatividad nacional relacionada con inocuidad de alimentos.

Documento normativo	Objeto
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional. Título V. Alimentos: Establecer normas específicas para los alimentos, aditivos, bebidas y materias primas para su producción así como para los establecimientos industriales y comerciales, y el personal y transporte relacionado con la producción, procesamiento y distribución de 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 HACCP 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	Formular la política nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad de alimentos para el sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias.
Conpes 3446 de 2006	Establecer 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 y 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	Expedir 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 establecer el procedimiento para habilitar fábricas de alimentos ubicadas en el exterior.

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

Tabla 2 Normatividad nacional específica para la cadena productiva de papa.

Documento normativo	Objeto
Ley 607 de 2000	Por medio de la cual se modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), y sereglamenta la asistencia técnica directa rural en consonancia con el SistemaNacional de Ciencia y Tecnología (esta Ley es de importancia para todo el sector agropecuario).
Resolución 2906 de 2007	Por la cual se establecen los límites máximos de residuos de plaguicidas(LMR), en alimentos para consumo humano y en piensos y forrajes.
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 3168 de 2015	Producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país.
Resolución 3888 de 2015	Por medio de la cual se adiciona un artículo transitorio y se modifica laResolución ICA 3168 de 2015 en aspectos relacionados con la comercialización de semillas.
NTC 341	Papa para consumo, clasificación.
NTC 341-2	Papa para consumo, especificaciones del empaque.
NTC 341-3	Papa para consumo, almacenamiento y transporte.
NTC 4481	Norma Técnica Colombiana NTC 44811998-09-23 papas (patatas) prefritas congeladas.

Nota: Recopilación de normas vigentes realizada por equipo de CTA-2.

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

Adoptar un enfoque global relativo a la inocuidad de los alimentos basado en la cadena alimentaria desde su origen involucra el conocimiento a profundidad de todas las etapas, la aplicación de principios de inocuidad, la identificación de los actores que participan y su responsabilidad en la inocuidad del producto final. También compete a los consumidores seleccionar, almacenar y preparar, de manera adecuada e higiénica, para conservar la seguridad y garantizar la ausencia de riesgos relacionados con el consumo de alimentos (FAO, 2003a).

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, de fabricación y de higiene (Agencia de Sanidad y Consumo del Principado de Asturias, s. f.).

Las medidas fitosanitarias que se promuevan pueden soportarse tanto en el análisis de riesgos adoptado por los documentos de política como en el sistema de APPCC el cual tiene un enfoque sistémico y preventivo que se puede aplicar en todas las fases de la producción, elaboración y manipulación de los productos alimenticios y que posibilita la identificación y control de los riesgos transmitidos por los alimentos (FAO, 2003a).

Peligros, riesgos y trazabilidad

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

Un peligro es una propiedad biológica, química o física, que puede determinar que el alimento deje de ser inocuo (OPS, s. f. a). En otras palabras, un peligro es un agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o una propiedad de este que puede provocar un efecto nocivo para la salud. En los sistemas de inocuidad los peligros deben ser identificados y analizados con el fin de determinar su relevancia y riesgo (FAO, 2003b).

> Los peligros deben ser seleccionados en función de la frecuencia o de la posibilidad de ocurrencia en concentraciones que puedan ofrecer riesgos significativos al consumidor (OPS y OMS, s. f.)

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

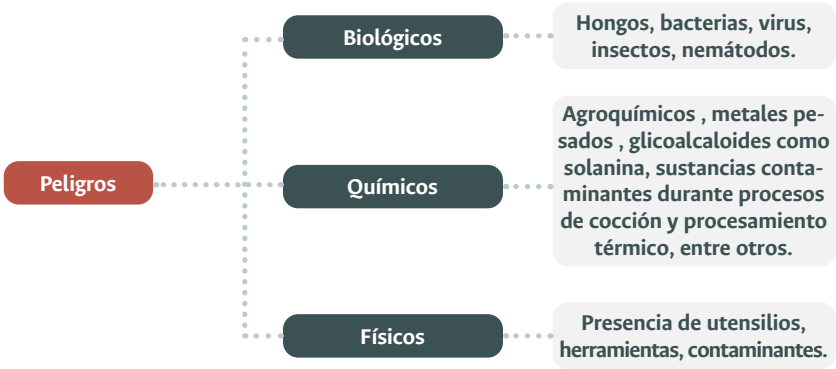

Figura 4 Clasificación de los peligros en alimentos según su naturaleza.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en OPS y FAO (s. f.).

Los peligros deben ser eliminados o disminuidos, para garantizar alimentos inocuos y evitar la ocurrencia de riesgos. Estos se refieren a la probabilidad de ocurrencia de un peligro y la alteración que se 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, 1997). 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. En este caso, es importante considerar la incidencia, 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.

> El riesgo es la estimación de la probabilidad de un acontecimiento perjudicial para la salud y la gravedad de este efecto como consecuencia de la presencia de uno o varios peligros en los alimentos (Ferrandis-García Aparisi, 2014).

Los enfoques de inocuidad basados en riesgos requieren un conocimiento científico, una evaluación fiable de ellos, eliminar los peligros que representan amenazas para la salud, y hacer seguimientos rigurosos y gestión para su control (FAO, 2003a).

> Los riesgos también pueden ser clasificados según el peligro con el cual se encuentre asociado, así: riesgos biológicos, riesgos químicos, riesgos físicos y riesgos genéticos.

La trazabilidad consiste en seguir el rastro de un alimento durante todas las fases de la cadena alimentaria. Posibilita encontrar y rastrear todas las etapas por las que ha pasado un alimento antes de ser consumido. Por lo tanto, se convierte en un instrumento de gestión de los mecanismos de control para todos los actores de la cadena (Ferrandis-García Aparisi, 2014). En otras palabras, la trazabilidad es una estrategia que permite conocer la historia del alimento y, por tanto, proteger al consumidor (Agencia de Sanidad y Consumo del Principado de Asturias, s. f.); se refiere en concreto a la metodología que permite conocer la evolución histórica de la situación y trayectoria que ha seguido un alimento (Briz y De Felipe, s. f.).

> La trazabilidad es tener la información completa sobre la historia o trayectoria del producto.

Pasos sugeridos para realizar un análisis de riesgo

Para adelantar un proceso rápido de análisis de riesgo en la cadena se recomienda la realización de las etapas presentadas en la Figura 5.

1. Elaborar la representación gráfica o diagrama que represente la cadena productiva del alimento objeto de estudio.
2. Caracterizar el entorno o las condiciones medioambientales que puedan aportar elementos contaminantes al alimento.
3. Caracterizar los peligros potenciales en cada una de las etapas de producción del alimento y el posible riesgo que implicaría para la salud.
4. Confirmación de las etapas críticas mediante el análisis del producto en forma directa por laboratorios o por información secundaria, generada en contextos similares. (opcional).
5. Gestión del riesgo: definición de medidas correctivas, y responsables.
6. Comunicación de riesgo: sensibilización y aporte de elementos.

Figura 5 Etapas del proceso de análisis de riesgo.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en FAO/OMS(2007).

Influencia de los factores medioambientales en la inocuidad de las cadenas

Los entornos en los que se producen los alimentos suelen influir en la inocuidad durante la producción primaria y, a su vez, las condiciones de producción de los alimentos impactan al medio ambiente. Por tal razón, es necesario el cambio de prácticas para garantizar que todos tengan acceso a cantidades suficientes de alimentos seguros, al tiempo que se mitigan los efectos del cambio climático y se minimizan los impactos ambientales (FAO y OMS, 2019).

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

La calidad del entorno se evalúa en términos de las condiciones de los componentes medioambientales: aire, suelo, agua, vegetación y fauna. La contaminación de ellos por humo de quemas, vapores, aerosoles, residuos de plaguicidas, sólidos en suspensión, microorganismos, restos de materiales, entre otros, se constituyen en contaminantes potenciales. En la Figura 6 se señalan los parámetros indicadores de calidad del entorno más utilizados.

Parámetros indicadores de contaminación atmosférica

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

Parámetros indicadores de calidad de agua

- Temperatura, turbidez, densidad, viscosidad, sólidos disueltos, pH, características organolépticas de sabor, color y olor.
- Presencia de plaguicidas, residuos o sus metabolitos, detergentes, hidrocarburos, productos químicos y sedimentos (suelo).
- Presencia de metales pesados.
- Contaminación con material orgánico biodegradable.

Parámetros indicadores de calidad de los suelos

- Sedimentación, contaminación por residuos sólidos, líquidos, alteración de la cobertura.
- Presencia de plaguicidas, detergentes, hidrocarburos y productos químicos, o sus metabolistos.
- Presencia de metales pesados.

Figura 6 Parámetros indicadores de calidad del entorno.
Fuente: Adaptado de FAO (2001).

Estudio de caso: análisis de riesgos en una cadena productiva de papa de Cundinamarca para construcción de una herramienta de evaluación rápida de inocuidad

El proceso de identificación de peligros y riesgos requiere de un análisis detallado y secuencial. A continuación, se plantea un ejemplo, a partir del análisis de una cadena productiva de papa, seleccionada por oportunidad, para ilustrar la metodología descrita:

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

Mediante trabajo de campo se efectuó el levantamiento de la representación gráfica de una cadena productiva cuya producción primaria tiene lugar en una zona rural de un municipio de Cundinamarca. Se esquematizó en forma secuencial cada una de las seis etapas identificadas: 1) Preparación del terreno y establecimiento del cultivo. 2) Manejo del cultivo. 3) Cosecha. 4) Poscosecha. 5) Comercialización y transporte. 6) Preparación y consumo (Figura 7).

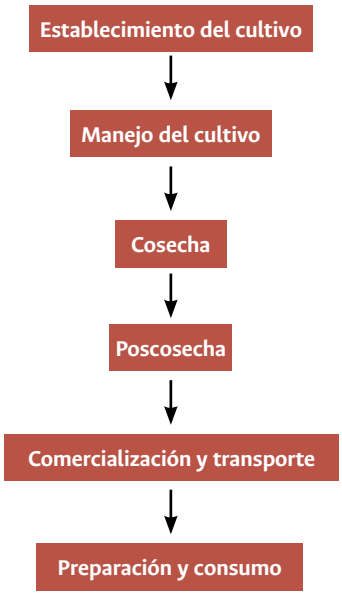

Figura 7 Etapas primarias identificadas en la cadena productiva de papa.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Universidad Nacional de Colombia et al. (2018).

A partir de este primer diagrama se procedió a realizar la descripción detallada de cada una de las etapas principales; y se documentó el proceso de preparación del terreno y establecimiento del cultivo. En este punto se refirió la temperatura, la humedad, la extensión del terreno y las variedades de papa que se estaban cultivando. Se registraron las prácticas de fertilización (edáfica), luego las labores de desyerba y aporque, riego y manejo fitosanitario (control de arvenses, plagas y enfermedades).

En la fase de poscosecha se mencionó la recolección, selección y clasificación según tamaño (muy grande, grande, pareja y *riche*) y, en lo posible, su disposición final en un centro de acopio. Finalmente, se refirieron la comercialización y el transporte, recepción, almacenamiento, disposición en puntos de distribución al detal, compra, preparación y consumo. Una vez se logró conocer y comprender el proceso, se procedió a elaborar un diagrama que además de las etapas principales mostrara las subetapas (Figura 8).

Para finalizar, la representación gráfica es registrada en un formato técnico, usando la metodología de diagrama de flujo cuyas convenciones se reconocen tradicionalmente en esquematización de procesos de calidad (Tabla 3). Como resultado se obtiene la Figura 9.

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

Forma	Significado
	Inicio o fin del proceso.
	Acciones de la cadena productiva de papa.
	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).

Tabla 4 Lista de chequeo para identificación de condiciones medioambientales en una cadena productiva de papa en Cundinamarca.

Factores ambientales	Pregunta a responder	Aspectos a tener en cuenta al responder la pregunta
Suelo	¿Cómo es la calidad del suelo?	Quema de basuras dentro de los cultivos y cerca de ellos, adecuación de terreno con herramientas inadecuadas, uso descontrolado de herbicidas y/o productos químicos.
	¿El suelo se encuentra erosionado?	
Agua	¿El agua es de calidad?	Contaminación de aguas por metales pesados, 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	¿Cuáles son los niveles de contaminación del aire?	Emisiones de vehículos e industrias.
	¿Cómo es la calidad del aire?	
	¿Se afecta la calidad del aire por polución?	

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Vera, Venegas, Pertuz-Cruz y Angulo (2015).

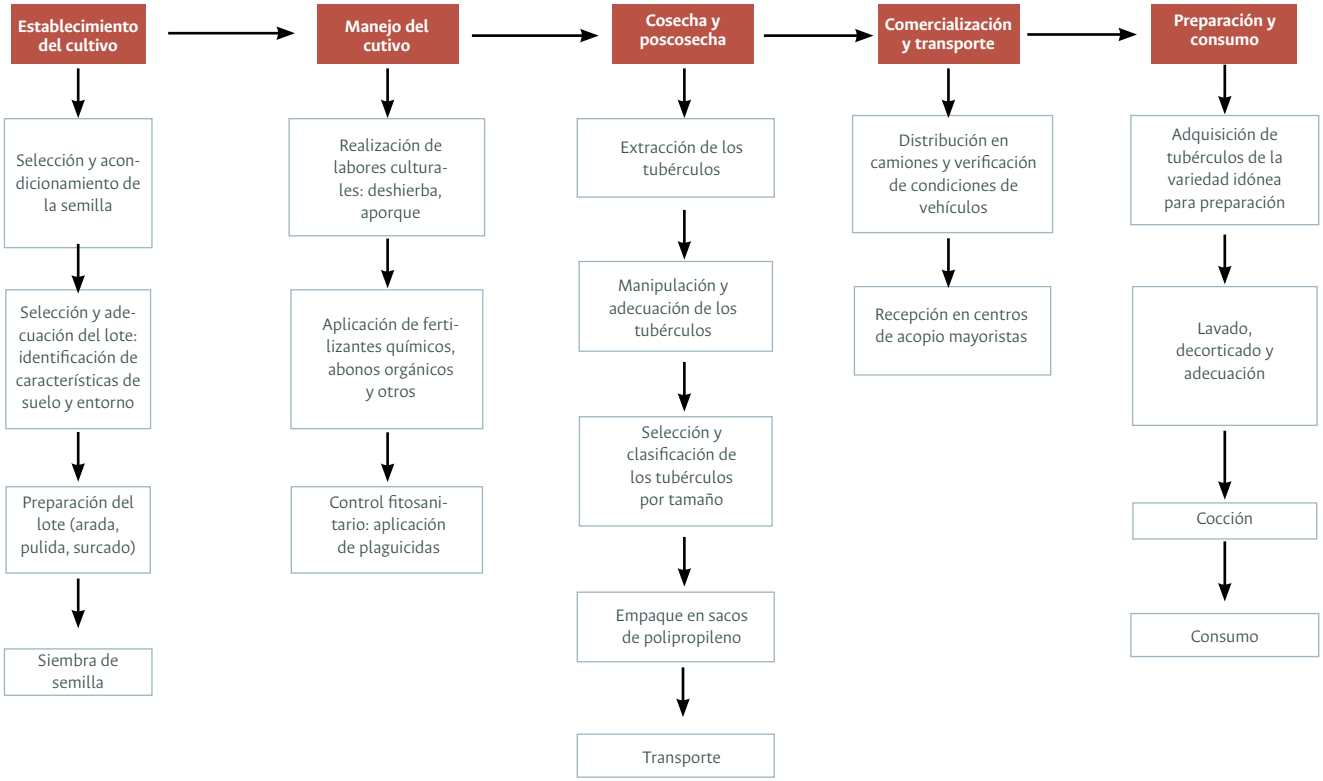

Figura 8 Etapas y subetapas realizadas en cada etapa productiva de la cadena de papa.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto calidad e inocuidad construido a partir de trabajo de campo realizado en diferentes etapas (2017).

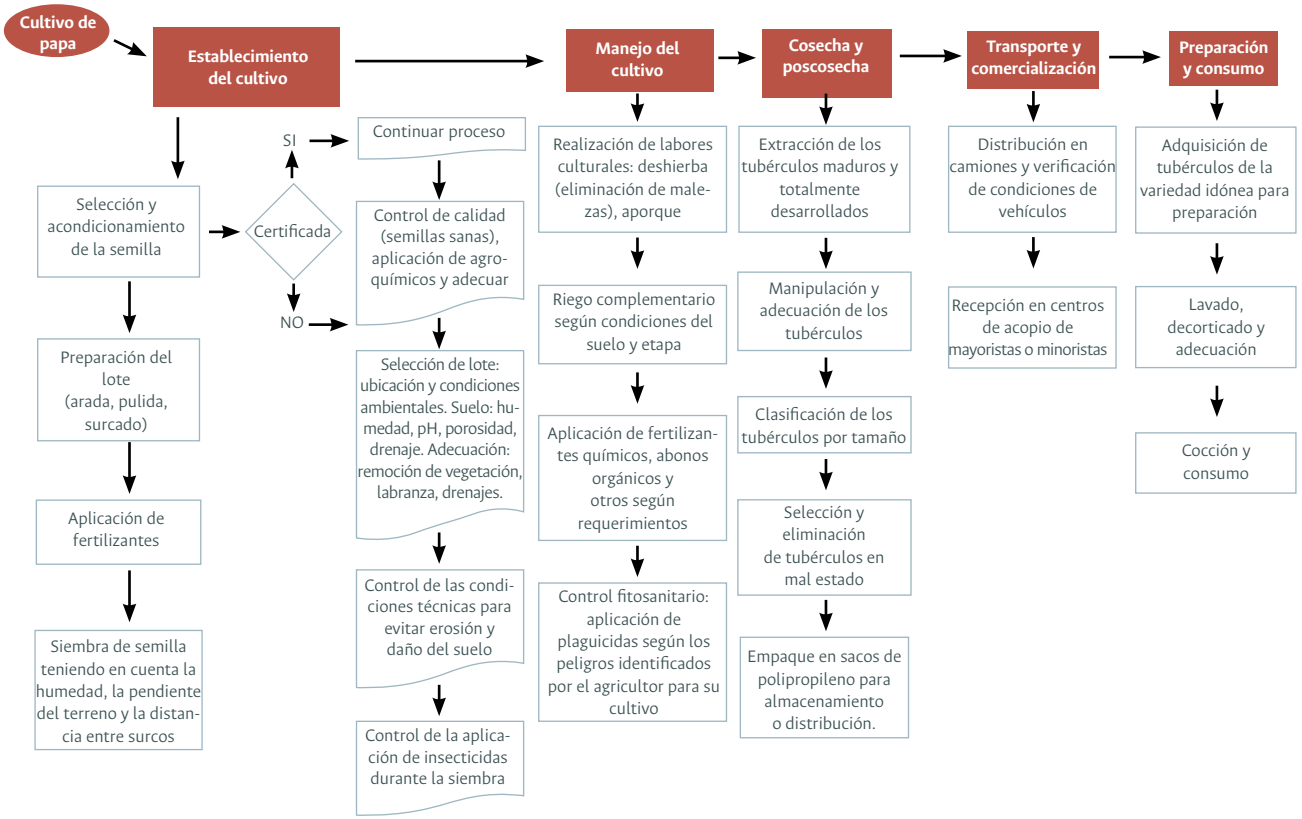

Figura 9 Diagrama de flujo de una cadena productiva de papa en un municipio de Cundinamarca.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, a partir de trabajo de campo, observación y entrevistas a actores de la cadena productiva de referencia.

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

La garantía de alimentos seguros no debe excluir la promoción de entornos sostenibles y de procesos productivos amigables con el ambiente. En este sentido, se propuso un proceso preliminar a la identificación de puntos críticos durante las etapas de producción. Es así como se realizó la caracterización del entorno medioambiental en el cual se produce, comercializa y consume la papa. Esto consideró no solamente el análisis de los peligros de contaminación de tipo ambiental del tubérculo durante la producción primaria sino el posible impacto de la actividad agrícola sobre el entorno.

Para la caracterización medioambiental, como una estrategia para identificar el grado de reconocimiento que los productores tienen sobre el entorno, se plantearon preguntas generales, orientadoras y amplias en relación con las características geográficas del municipio, condiciones del ambiente y del clima, vegetación, actividades económicas que podrían ser contaminantes, estado de los suelos, fuentes de energía, formas de disposición de residuos sólidos y líquidos, y estado de las fuentes de agua (Tabla 4). Estas preguntas también se formularon considerando la naturaleza de cada una de las etapas.

Paso 3. Identificación y esquematización de puntos críticos

Una vez realizados los pasos anteriores, se procedió a identificar los puntos críticos de control dentro de cada eslabón de la cadena de producción. Se inició con la clasificación de los puntos críticos según la naturaleza del tipo de contaminación: química, física y biológica. En la Tabla 5 se muestra, a manera de ejemplo, cómo se realizó esta identificación. Las columnas corresponden a la clasificación de los puntos de control según la naturaleza de la contaminación y las filas son las etapas de la cadena productiva de papa.

Los puntos críticos determinados corresponden a situaciones descritas que podrían presentarse en caso de que las etapas de la cadena no se realizaran en las condiciones adecuadas. Posteriormente se ubican los puntos críticos determinados en el diagrama de la cadena productiva utilizando la sigla PC o una convención de color (Figura 10).

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

En este paso, se recomienda que se confirmen los puntos críticos identificados en los tres pasos anteriores a través de análisis directos de residuos de plaguicidas, niveles de metales pesados y presencia de microorganismos en etapas específicas de la cadena. Esto permite caracterizar y establecer la magnitud del peligro.

Cuando no se cuente con los recursos suficientes, se recomienda hacer la valoración de plaguicidas y metales pesados en las etapas de cosecha, poscosecha y comercialización; en tanto que los microbiológicos sería conveniente realizarlos en la etapa de consumo. En caso de no ser posible, es importante considerar a todos los puntos identificados como puntos de control para garantizar un mayor control de resultados (Figura 11).

Tabla 5 Clasificación de puntos críticos por tipo de peligro para la cadena productiva de papa en un municipio de Cundinamarca.

	Punto crítico por contaminación química	**Punto crítico por contaminación física**	**Punto crítico por contaminación biológica**
Establecimiento del cultivo	Uso de herbicidas y fungicidas en sobredosis.	No es considerado punto crítico de contaminación física.	No es considerado punto crítico del cultivo.
Manejo del cultivo	Manejo inadecuado de dosis, o mezcla o incremento en la frecuencia de uso de productos químicos (tipo plaguicidas) que favorezcan el adecuado desarrollo del cultivo. Uso de agua de riego procedente de fuentes contaminadas.	No es considerado punto crítico de contaminación física.	Plagas, enfermedades y malezas o arvenses. Aparición de pudriciones.
Cosecha	Recolección de tubérculos inmaduros con enverdecimientos o brotes.	Inadecuadas condiciones de cosecha pueden deteriorar el producto por golpes y magulladuras.	Tubérculos inmaduros, con mayor humedad, vulnerables a la pudrición.
Postcosecha	Contaminación de tubérculos por manipulación durante la selección y clasificación del producto cosechado.	Inadecuadas condiciones de poscosecha pueden deteriorar el producto por golpes y magulladuras.	Inadecuadas condiciones de poscosecha pueden generar pudriciones.
Comercialización	Contaminación con sustancias químicas inadecuadamente dispuestas en vehículos o lugares de almacenamiento.	Daño del producto por inadecuadas prácticas de cargue y descargue de productos.	Aumentos de células vegetativas o esporas por manipulación de contacto al disponerlos en el medio de transporte.
Preparación y consumo	Contaminación con sustancias que se usen para la desinfección de alimentos o en el área de preparación de alimentos. De igual manera, uso de agua de mala calidad.	Contaminación con elementos como piedras, cabellos, objetos personales de los manipuladores.	Contaminación microbiana por malas prácticas de manipulación e higiene.
	Las preparaciones que apliquen temperaturas por encima de los 100 °C por tiempos prolongados pueden inducir la generación de contaminantes químicos, cuyoconsumo en exceso puede ser nocivo para la salud.	Contaminación a partir de superficies durante la preparación de los alimentos para el consumo.	Proliferación bacteriana, posterior a la preparación delos alimentos. Contaminación a partir de superficies durante la preparación de los alimentospara el consumo. Inadecuadas prácticas de lavado de manos por parte delos consumidores pueden generar contaminación microbiológica del alimento.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad, basado en Universidad Nacional de Colombia et al. (2018).

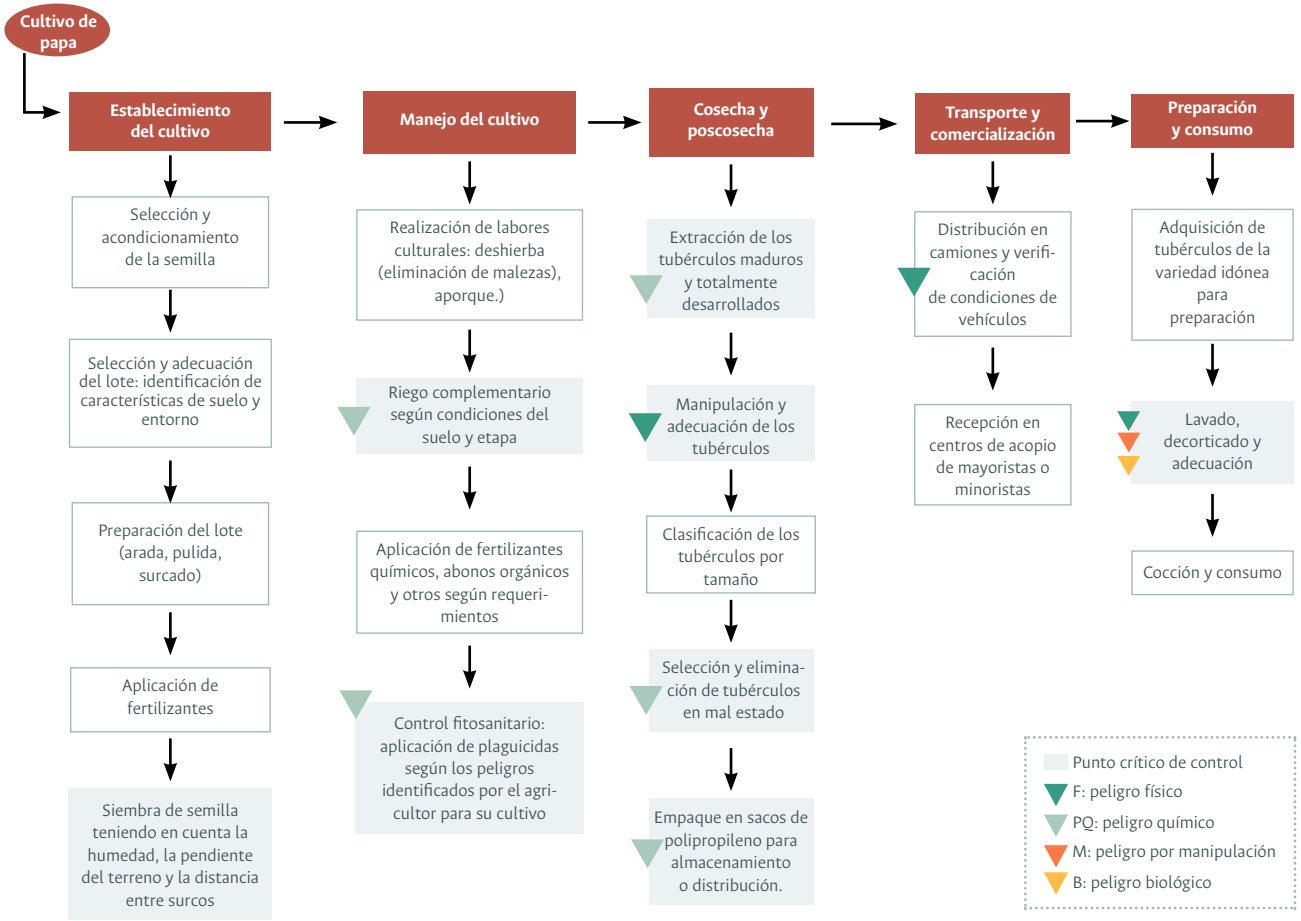

Figura 10 Identificación de puntos críticos de control en cada etapa productiva de la cadena de papa en un municipio de Cundinamarca.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad. Cadena productiva de referencia.

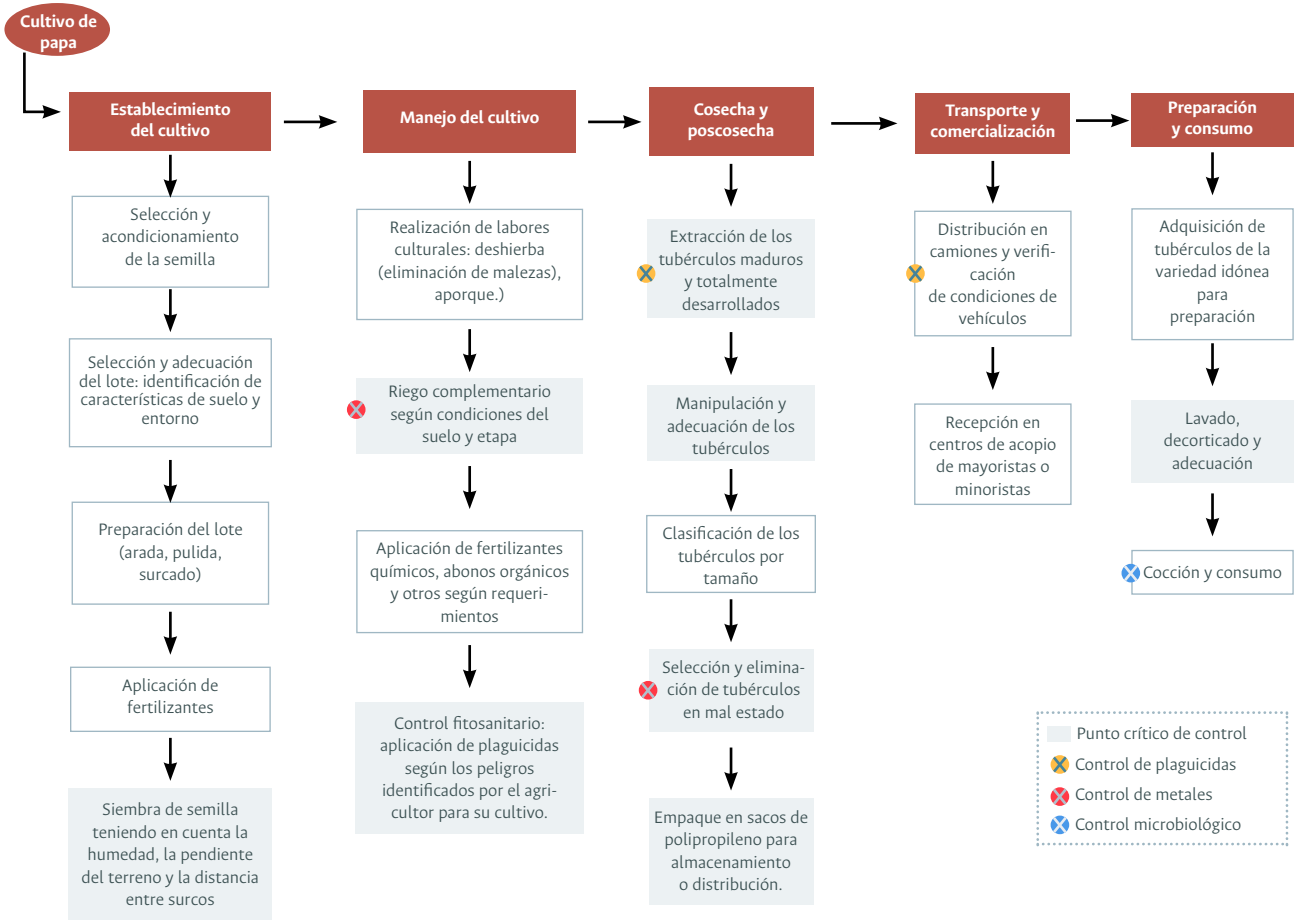

Figura 11 Diagrama de una cadena productiva donde se indican las etapas en las que se aconseja hacer control mediante toma de muestras para la confirmación de peligros.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Calidad e Inocuidad. Cadena productiva de referencia.

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 una **matriz de estimación del riesgo** propuesta para la cadena de papa. 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. La idea es proporcionar un ejemplo del instrumento de evaluación previamente a su aplicación. Para ello, el agricultor deberá construir inicialmente su propia matriz a partir de las etapas o subetapas de la cadena productiva, y hacer los ajustes que considere pertinentes, como incluir o eliminar algunos peligros que no apliquen a las condiciones de su cadena.

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 por evaluar todos los peligros están presentes. Para ello asigna el valor de 1 como máximo valor para todos los parámetros asociados directamente con inocuidad del producto final, y de 0,5 para los parámetros que aportan de manera indirecta. De esta manera se sabe el número total de peligros posibles para controlar y el componente o etapa que más riesgos aporta al riesgo total.

Posteriormente, se diligencia la **matriz de riesgo potencial real** presentada en la Tabla 8. En ella se analiza cada uno de los peligros, considerando si en la cadena evaluada ese aspecto realmente se constituye en un peligro. Se asigna un valor al peligro (0,5 o 1 —según sea el caso— cuando se ha identificado el peligro, y 0 cuando el peligro está ausente). La suma de las columnas da el total real de riesgos para el componente ambiental y para cada una de las etapas.

Utilizando los puntajes obtenidos en las matrices 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.

El valor obtenido nos reporta el índice global de riesgo que se interpreta, en escala de 1 a 10, según se relaciona en la Tabla 10.

Dependiendo del nivel de riesgo se deben formular las acciones. Un nivel de riesgo cercano a 1 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 3,9 que se interpreta como una cadena de riesgo bajo y que debe aplicar controles principalmente durante la producción primaria y la cosecha. En el consumo es importante fortalecer buenas prácticas de higiene y manipulación. La matriz permite identificar aquellos peligros que deben ser controlados, tanto del entorno como del proceso, para garantizar la inocuidad del producto.

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

Una vez conocidas e identificadas las etapas por controlar, y caracterizados los peligros, se procede a realizar la proyección de la matriz de gestión del riesgo. Para ello, se recomienda revisar la normatividad y las guías que rigen la cadena productiva así como los lineamientos de las instituciones que trabajan con el sector a nivel municipal, regional y nacional.

En la Tabla 11 se presenta, a manera de ejemplo, la forma de diseñar y completar una matriz que oriente la gestión del riesgo. La matriz de gestión del riesgo comprende las siguientes columnas:

- **Columna etapa productiva:** aquí debe 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 que podría tener el consumidor final del alimento, derivados de los peligros.
- **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 6 Matriz propuesta para la estimación del índice del riesgo para la cadena productiva de papa (formato para diligenciar).

COMPONENTE AMBIENTAL		ETAPAS DEL PROCESO		
Subcomponente	**Peligro**	**Establecimiento y manejo del cultivo**	**Cosecha**	**Poscosecha**
Suelo	Cultivos intensivos.	Uso de semilla no certificada o de origen desconocido o con condiciones inadecuadas y/o de agua de riego contaminada con metales pesados o plaguicidas.	Recolección de tubérculos inmaduros con enverdecimientos o brotes o alteraciones físicas tipo magulladuras o cortes.	Contaminación del agua utilizada en el lavado de papa cosechada (en caso de ser lavada).
	Valoración*: ___	**Valoración:** ___	**Valoración:** ___	**Valoración:** ___
	Disposición inadecuada de agroquímicos	Uso de herbicidas y fungicidas en sobredosis .	Disposición de residuos de la cosecha en el lugar del cultivo que puedan convertirse en un foco de infección.	Inadecuadas condiciones de manipulación del tubérculo durante la poscosecha.
	Valoración: ___	**Valoración:** ___	**Valoración:** ___	**Valoración:** ___
	Inadecuadas prácticas de cultivo que llevan a erosión de suelo.	Fertilización con abonos orgánicos no frescos, uso de enmiendas y cales.	Recolección de tubérculos contaminados con sustancias químicas tipo plaguicidas o antecedentes de residualidad en un proceso de cultivo previo.	
	Valoración: ___	**Valoración:** ___	**Valoración:** ___	
Agua	Aguas de riego de fuentes contaminadas.	Aplicación frecuente de plaguicidas durante el cultivo sin un plan de monitoreo y seguimiento.	Inadecuada disposición de tubérculos no aptos para consumo o comercialización.	
	Valoración: ___	**Valoración:** ___	**Valoración:** ___	
	Vertimientos por actividad industrial (curtiembres)	Disposición inadecuada de envases y empaques de fertilizantes y agroquímicos.		
	Valoración: ___	**Valoración:** ___		
Aire	Contaminación de aire por actividad industrial y emisiones			
	Valoración: ___			
TOTAL ETAPA		___	___	___ ___

* Nota: en los campos de valoración se asigna la calificación según el cumplimiento del parámetro

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

	ETAPAS DEL PROCESO			
	Almacenamiento	**Comercialización**	**Procesamiento**	**Consumo**
	Inadecuadas condiciones de almacenamiento del tubérculo (humedad y temperatura).	Condiciones inadecuadas de los lugares donde se comercializa el tubérculo.	Contaminación de los tubérculos con cabellos, piedras, pertenencias de manipuladores.	Inadecuados manejos de residuos resultantes de consumo final.
	Valoración:	**Valoración:**	**Valoración:**	**Valoración:**
	Zonas de almacenamiento de tubérculos con desechos apilados, insumos químicos o material extraño.	Inadecuadas condiciones de empaque o embalaje y/o carga y descarga del producto.	Inadecuadas prácticas de higiene y manipulación durante la preparación.	Inadecuadas prácticas de higiene y manipulación.
	Valoración:	**Valoración:**	**Valoración:**	**Valoración:**
		Inadecuadas condiciones de los vehículos en los que se transporta el producto.	Inadecuadas condiciones de almacenamiento, previas a la preparación, que favorecen la contaminación cruzada.	No se cuenta con protocolos de manejo de plagas (roedores) en lugares de consumo.
		Valoración:	**Valoración:**	**Valoración:**
TOTAL ETAPA				

Tabla 7 Matriz de riesgo potencial base para la cadena de papa.

COMPONENTE AMBIENTAL			ETAPAS DEL PROCESO	
Subcomponente	**Características**	**Peligro**	**Establecimiento y manejo del cultivo**	**Cosecha**
Suelo	Calidad suelo	Cultivos intensivos **Valoración:** 0,5	Uso de semilla no certificada o de origen desconocido o con condiciones inadecuadas y/o de agua de riego contaminada con metales pesados o plaguicidas. **Valoración:** 1	Recolección de tubérculos inmaduros con enverdecimientos o brotes o alteraciones físicas tipo magulladuras o cortes. **Valoración:** 0,5
		Disposición inadecuada de agroquímicos **Valoración:** 1	Uso de herbicidas y fungicidas en sobredosis **Valoración:** 1	Disposición de residuos de la cosecha en el lugar del cultivo que puedan convertirse en un foco de infección. **Valoración:** 0,5
	Erosión del suelo	Inadecuadas prácticas de cultivo que llevan a erosión de suelo **Valoración:** 0,5	Fertilización con abonos orgánicos no frescos, uso de enmiendas y cales. **Valoración:** 1	Recolección de tubérculos contaminados con sustancias químicas tipo plaguicidas o antecedentes de residualidad en un proceso de cultivo previo. **Valoración:** 1
Agua	Contaminación	Aguas de riego de fuentes contaminadas **Valoración:** 1	Aplicación frecuente de plaguicidas durante el cultivo sin un plan de monitoreo y seguimiento. **Valoración:** 1	Inadecuada disposición de tubérculos no aptos para consumo o comercialización. **Valoración:** 1
	Vertimientos industriales	Vertimientos por actividad industrial (curtiembres) **Valoración:** 1	Disposición inadecuada de envases y empaques de fertilizantes y agroquímicos. **Valoración:** 1	
Aire	Contaminación	Contaminación de aire por actividad industrial y emisiones **Valoración:** 1		
TOTAL ETAPA		5	5	3

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

	ETAPAS DEL PROCESO				
	Poscosecha	**Almacenamiento**	**Comercialización**	**Procesamiento**	**Consumo**
	Contaminación del agua utilizada en el lavado de papa cosechada (en caso de ser lavada)	Inadecuadas condiciones de almacenamiento del tubérculo (humedad y temperatura)	Condiciones inadecuadas de los lugares donde se comercializa el tubérculo.	Contaminación de los tubérculos con cabellos, piedras, pertenencias de manipuladores.	Inadecuados manejos de residuos resultantes de consumo final.
	Valoración: 0,5	**Valoración:** 1	**Valoración:** 0,5	**Valoración:** 1	**Valoración:** 0,5
	Inadecuadas condiciones de manipulación del tubérculo durante la poscosecha.	Zonas de almacenamiento de tubérculos con desechos apilados, insumos químicos o material extraño.	Inadecuadas condiciones de empaque o embalaje y/o carga y descarga del producto.	Inadecuadas prácticas de higiene y manipulación durante la preparación.	Inadecuadas prácticas de higiene y manipulación.
	Valoración: 0,5	**Valoración:** 1	**Valoración:** 0,5	**Valoración:** 1	**Valoración:** 1
			Inadecuadas condiciones de los vehículos en los que se transporta el producto.	Inadecuadas condiciones de almacenamiento, previas a la preparación, que favorecen la contaminación cruzada.	No se cuenta con protocolos de manejo de plagas (roedores) en lugares de consumo.
			Valoración: 1	**Valoración:** 1	**Valoración:** 0,5
TOTAL ETAPA	1	2	2	3	2

Tabla 8 Matriz de riesgo potencial real para cadena de papa.

COMPONENTE AMBIENTAL		ETAPAS DEL PROCESO		
Subcomponente	**Peligro**	**Establecimiento y manejo del cultivo**	**Cosecha**	**Poscosecha**
Suelo	Cultivos intensivos. **Valoración:** 0,5	Uso de semilla no certificada o de origen desconocido o con condiciones inadecuadas y/o de agua de riego contaminada con metales pesados o plaguicidas. **Valoración:** 0	Recolección de tubérculos inmaduros con enverdecimientos o brotes o alteraciones físicas tipo magulladuras o cortes. **Valoración:** 0,5	Contaminación del agua utilizada en el lavado de papa cosechada (en caso de ser lavada). **Valoración:** 0
	Disposición inadecuada de agroquímicos. **Valoración:** 0	Uso de herbicidas y fungicidas en sobredosis. **Valoración:** 1	Disposición de residuos de la cosecha en el lugar del cultivo que puedan convertirse en un foco de infección. **Valoración:** 0	Inadecuadas condiciones de manipulación del tubérculo durante la poscosecha. **Valoración:** 0
	Inadecuadas prácticas de cultivo que llevan a erosión de suelo. **Valoración:** 0	Fertilización con abonos orgánicos no frescos, uso de enmiendas y cales. **Valoración:** 0	Recolección de tubérculos contaminados con sustancias químicas tipo plaguicidas o antecedentes de residualidad en un proceso de cultivo previo. **Valoración:** 0	
Agua	Aguas de riego de fuentes contaminadas. **Valoración:** 0	Aplicación frecuente de plaguicidas durante el cultivo sin un plan de monitoreo y seguimiento. **Valoración:** 0	Inadecuada disposición de tubérculos no aptos para consumo o comercialización. **Valoración:** 0	
	Vertimientos por actividad industrial (curtiembres). **Valoración:** 1	Disposición inadecuada de envases y empaques de fertilizantes y agroquímicos. **Valoración:** 1		
Aire	Contaminación de aire por actividad industrial y emisiones. **Valoración:** 1			
TOTAL ETAPA	**2,5**	**2**	**0,5**	**0**

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

	ETAPAS DEL PROCESO			
	Almacenamiento	**Comercialización**	**Procesamiento**	**Consumo**
	Inadecuadas condiciones de almacenamiento del tubérculo (humedad y temperatura).	Condiciones inadecuadas de los lugares donde se comercializa el tubérculo.	Contaminación de los tubérculos con cabellos, piedras, pertenencias de manipuladores.	Inadecuados manejos de residuos resultantes de consumo final.
	Valoración: 1	**Valoración:** 0,5	**Valoración:** 0	**Valoración:** 0
	Zonas de almacenamiento de tubérculos con desechos apilados, insumos químicos o material extraño.	Inadecuadas condiciones de empaque o embalaje y/o carga y descarga del producto.	Inadecuadas prácticas de higiene y manipulación durante la preparación.	Inadecuadas prácticas de higiene y manipulación.
	Valoración: 0	**Valoración:** 0,5	**Valoración:** 1	**Valoración:** 0
		Inadecuadas condiciones de los vehículos en los que se transporta el producto.	Inadecuadas condiciones de almacenamiento, previas a la preparación, que favorecen la contaminación cruzada.	No se cuenta con protocolos de manejo de plagas (roedores) en lugares de consumo.
		Valoración: 1	**Valoración:** 0	**Valoración:** 0
TOTAL ETAPA	**1**	**2**	**1**	**0**

Tabla 9 Cálculo del Indice global de riesgo en la cadena productiva de papa.

Componente ambiental		**ETAPAS DEL PROCESO**	
		Establecimiento y manejo del cultivo	**Cosecha**
Factor de riesgo por componente o etapa	5	5	3
Valoración real (escenario encontrado de riesgo)	2,5	2	0,5
Factor de riesgo por componente o etapa	0,5	0,4	0,2
PELIGROS TOTALES	23		
PROMEDIO ARITMÉTICO	3,6		
PROMEDIO PONDERADO	3,9		
INDICE DE RIESGO GLOBAL	**3,9**		

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.

Poscosecha	Almacenamiento	Comercialización	Procesamiento	Consumo
1	2	2	2	2
0	1	2	0	0
0	0,5	1,0	0	0

Tabla 10 Interpretación del índice global del riesgo obtenido para una cadena productiva de papa.

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.

Tabla 11 Ejemplo de matriz de gestión del riesgo para la cadena productiva de papa en un municipio de Cundinamarca.

Etapa	Punto crítico (PC)	Peligro	Riesgo	Acción de mejora	Responsable
Establecimiento del cultivo	Uso de herbicidas y fungicidas en sobredosis.	Incremento de la exposición de la semilla al agroquímico.	Contribución a los niveles de residualidad del plaguicida y que puede afectar la seguridad del alimento para el consumidor.	Capacitaciones en el uso racional de agroquímicos considerando indicaciones de manejo seguro por parte del fabricante, dosis, productos, calibración de los equipos para su correcta aspersión, disposición final de empaques, entre otros.	Unidades Municipales de Asistencia Técnica - Umatas, agricultores, personal de asistencia técnica de laboratorios. Fedepapa.
				Capacitaciones en criterios de selección, acondicionamiento y control de enfermedades y plagas de semillas.	
Manejo del cultivo	Manejo inadecuado de dósis o mezcla, o incremento en la frecuencia de uso de productos químicos, tipo plaguicidas.	Contaminación en tuberculos con plaguicidas.	El consumo de alimentos con residualidad de plaguicidas en niveles superiores a los permitidos causan problemas de salud graves al consumidor.	Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Capacitación del personal sobre la identificación de plántulas contaminadas y capacitación en formas de control.	
	Aplicación inadecuada de la fertilización orgánica.	Favorecimiento de condiciones para el desarrollo de patógenos.	No evidenciado.	Capacitaciones en prácticas de fertilización adecuadas y elaboración correcta de abonos con materia orgánica.	
	Uso de agua de riego procedente de fuentes contaminadas.	Agua como vehículo de metales pesados como cadmio y plomo.	La ingesta de alimentos contaminados con metales pesados supone riesgos para la salud en el mediano y largo plazo.	Verificación directa de la calidad del agua de riego utilizada para el cultivo.	Unidades Municipales de Asistencia Técnica - Umatas, autoridades ambientales o municipales de salud y agricultores.
				Cuidado del recurso y disposición adecuada de residuos que puedan incrementar el grado de contaminación de la fuente hídrica.	
				Monitoreo permanente de la presencia de metales en el alimento producido.	
Cosecha y poscosecha	Recolección de tubérculos inmaduros con enverdecimientos o brotes	El enverdecimiento puede estar asociado a altas cantidades de solanina que confieren un sabor amargo y puede ser tóxico.	El consumo de tubérculos con un concentraciones muy altas de solanina puede generar síntomas gastrointestinales.	Buenas prácticas Agrícolas (BPA). Capacitación del personal sobre manejo cubierto de los tubérculos durante su crecimiento y de su recolección en estado seco y maduro.	Unidades Municipales de Asistencia Técnica - Umatas, agricultores, trabajadores recolectores, operarios, Fedepapa.
				Realizar en la poscosecha adecuados procesos de selección, clasificación, y almacenamiento de papas en lugares frescos y oscuros.	
	Recolección de tubérculos contaminados con sustancias químicas como plaguicidas.	Contaminación en tuberculos con plaguicidas.	El consumo de alimentos con residualidad de plaguicidas en niveles superiores a los permitidos causan problemas de salud graves al consumidor.	Implementar BPA y controles descritos en las etapas de establecimiento y manejo de cultivo.	
	Condiciones inadecuadas de cosecha pueden deteriorar el producto por golpes y magulladuras.	Los daños mecánicos de los tubérculos como magulladuras, son potenciales causantes de la contaminación del tubérculo con patógenos.	Tubérculos alterados, contaminados o podridos suponen una pérdida y desperdicio del alimento.	Evitar prácticas de manipulación que generen moretones o daños físicos del tubérculo.	
				En caso de almacenar mantener condiciones de humedad entre el 90 y 95 %, y de temperatura entre 4 y 7 °C en lugares oscuros y ventilados.	
				Dejar que los tubérculos maduren antes de ser cosechados. En caso de lavar, retirar restos e impurezas y asegurarse de incluir una etapa de secado.	

Etapa	Punto crítico (PC)	Peligro	Riesgo	Acción de mejora	Responsable
Comercialización	Contaminxsación sustancias químicas inadecuadamente dispuestas en vehículos o lugares de almacenamiento.	Tubérculos contaminados con sustancias químicas.	La comercialización de tubérculos contaminados supone un riesgo para la salud de los consumidores.	Definir áreas para el mantenimiento de sustancias químicas, insumos, fertilizantes separados de las zonas de almacenamiento y disposición del tubérculo. Utilizar empaques no transparentes, con orificios y resistentes que den protección al producto.	Propietarios y conductores de vehículos, intermediarios, personal de puntos de venta Fedepapa.
	Daño del producto por prácticas inadecuadas de cargue y descargue.	Tubérculos con alteración y daño físico.	La comercialización de tubérculos en mal estado supone un desperdicio de alimentos y el vector de microorganismos patógenos.	Fortalecer los mecanismos de selección, clasificación y disposición del producto, en empaques idóneos, sin adiciones de material vegetal previo a la venta. Establecer y cumplir lineamientos de carga y descarga de productos así como disponer de rampas que favorescan la descarga del producto sin que se caiga o sufra daño físico.	
Preparación y consumo	Contaminación con sustancias que se usen para la disinfección de alimentos o en el área de preparación de alimentos. Además, uso de agua de mala calidad.	Tubérculos con trazas de desinfectantes o contaminados con agua de mala calidad.	La ingesta accidental de sustancias de uso no alimentario podría generar efectos adversos para la salud.	Capacitaciones al público en general en criterios sobre compra, selección, clasificación de tubérculos de buena calidad, idóneos según tipo de preparaciones, formas correctas de almacenamiento y disposición. Capacitaciones en manipulación de alimentos, prácticas de lavado y desinfección de tubérculos antes de su preparación.	Comercializadores, federaciones o agremiaciones de consumidores, federaciones o agremiaciones de productores de papa, capacitadores en manipulación de alimentos, población general, consumidores.
	Contaminación con objetos como piedras, cabellos u objetos personales de los manipuladores.	Tubérculos con elemen tos extraños.	La infesta accidental de material físico, ajeno a un alimento podría ocasionar atoramientos o daño al consumidor.		
	Contaminación microbiana por malas prácticas de manipulación e higiene, preparación y cocción.	Crecimiento de microorganismos patógenos en los alimentos.	Contaminación de los consumidores por ingesta de microorganismos patógenos, generando cuadros de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).	Realizar talleres sobre preparación y elaboración de preparaciones con aplicación correcta de alimentos. Educación alimentaria y nutricional que incluya temas de preparación, conservación de características nutricionales y calidad de preparaciones elaboradas con papa.	

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

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

Finalmente, las acciones de gestión deben ser socializadas con los responsables y concertar un plan de acción viable y factible a los responsables con el fin de garantizar la realización de las medidas correctivas. Para ello se puede rellenar un formato como el indicado en la Tabla 12.

Tabla 12 Matriz propuesta para gestión del riesgo.

Etapa productiva	Punto critico	Riesgo	Gestión del Riesgo	
			Acción de mejora	Responsable de la acción de mejora
Establecimiento y manejo del cultivo				
Cosecha				
Poscosecha				
Almacenamiento				
Comercialización				
Procesamiento				
Consumo				

Fuente: Elaboración propia

Conclusión

Garantizar la calidad e inocuidad de los productos de la cadena de papa 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, al permitir que los consumidores accedan a alimentos sanos y seguros que les permitan desarrollar sus funciones vitales proporcionándoles salud y bienestar.

En este entendido la invitación es a ser capaces de evidenciar las interrelaciones que se ponen en juego en los procesos de producción de la cadena de la papa, de la mano con las actuales aproximaciones a las comprensiones del medio ambiente y de la salud global. 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 papa—, con el fin de proporcionar herramientas que faciliten la gestión oportuna del riesgo, a través de la definición de medidas correctivas, la determinación de ejecutores de dichas medidas y el proceso de comunicación de riesgos.

Glosario

Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC): es un sistema para la identificación, valoración y control de riesgos y peligros que se pueden dar en los procesos de producción de alimentos.

Aporque: técnica agrícola consistente en el proceso de acumulación de tierra alrededor de la planta de papa formando un pequeño montículo que, entre otras cosas, favorece la formación de los tubérculos e impide el exceso de humedad en el tallo de la planta.

Arado: apertura y preparación de los surcos de tierra como fase previa a la siembra. Puede ser una actividad manual o mecánica. En la actualidad se propende por evitar la erosión del suelo a través de la implementación de sistemas de labranza mínima.

Buenas prácticas de manejo o de manufactura (BPM): consisten en la implementación de prácticas que enfatizan en los buenos procesos de higiene y manipulación que se deben aplicar para la producción y manejo de alimentos. Tienen una amplia utilidad en el diseño y desarrollo de procesos productivos relacionados con la alimentación, favorecen el aseguramiento de la producción de alimentos seguros e inocuos y son implementadas necesariamente en la aplicación del HACCP.

Calidad alimentaria: son aquellos atributos que determinan el valor que un consumidor le asigna a un producto alimenticio. Incluye variables como el tamaño, color, sabor, textura, apariencia e inocuidad.

Comunicación del riesgo: de acuerdo con el *Codex Alimentarius* consiste en el intercambio de información, a través del proceso de análisis de riesgos, entre los distintos actores que interactúan en los procesos de evaluación de riesgo. Incluye la explicación de los hallazgos de la evaluación de riesgos, así como las decisiones para su manejo.

Enfermedad transmitida por alimentos (ETA): según la OMS, corresponde a un incidente en el que dos o más personas presentan una enfermedad semejante después de la ingestión de un mismo alimento, y los análisis epidemiológicos apuntan al alimento como el agente etiológico de la enfermedad.

Evaluación de riesgo: es un proceso científicamente fundamentado que consiste en la identificación de riesgos, caracterización de peligros, evaluación de la exposición y determinación de riesgos.

Fertilizante: es toda sustancia orgánica o inorgánica que contenga sustancias que pueden ser asimilables por las plantas, y que permiten la adecuación y mejoramiento de la calidad del suelo con el fin de favorecer el desarrollo de los cultivos. Son insumos agrícolas indispensables, pero que deben ser utilizados atendiendo a criterios técnicos definidos.

Inocuidad alimentaria: de acuerdo con los *Principios generales de higiene de los alimentos*, consiste en el aseguramiento de que un alimento no causará daño al consumidor cuando se prepara o consume, de acuerdo con el uso que se pretende tenga.

Gestión del riesgo: de acuerdo con el *Codex Alimentarius*, consiste en el proceso de valoración de alternativas con el fin de elegir las mejores opciones de control y prevención de riesgos, para garantizar la protección de la salud de los consumidores y la promoción del comercio libre y justo.

Medida correctiva: acción factible y oportuna que se plantea con el fin de evitar o minimizar la presencia del peligro.

Peligro: todo agente físico, químico o biológico que pueda ocasionar un potencial daño a la salud.

Riesgo: es la estimación de la probabilidad de un acontecimiento perjudicial para la salud y la gravedad de este efecto, como consecuencia de la presencia

de uno o varios peligros en los alimentos. Los riesgos pueden ser clasificados según el peligro con el cual se encuentren asociados, así: riesgos biológicos, riesgos químicos, riesgos físicos y riesgos genéticos.

Trazabilidad: hace referencia al conjunto de procedimientos que hacen posible conocer el historial y rastrear la trayectoria de un producto —o lote de productos— a lo largo de una cadena de suministros.

Punto crítico de control (PCC): corresponde, según el *Codex Alimentarius*, a "una etapa donde se puede aplicar un control para evitar o eliminar un peligro a la inocuidad del alimento o para reducirlo a nivel aceptable".

Referencias bibliográficas

Agencia de Sanidad y Consumo del Principado de Asturias (s. f.). *Manual para el manipulador de alimentos*. Principado de Asturias.

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. Briz, J. y De Felipe, I. (s. f.) *Seguridad alimentaria y trazabilidad*. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: http://www.fao.org/docs/eims/upload/5063/britz.pdf

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).

Ferrandis-García Aparisi, G. (2014). *Seguridad, higiene y gestión de la calidad alimentaria*. Madrid: Editorial Síntesis S. A.

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*.

Ministerio de Salud y Protección Social (2013a). *La inocuidad de alimentos y su importancia en la cadena agroalimentaria*. Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-temp-jd/LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS%20Y%20SU%20IMPORTANCIA%20EN%20LA%20CADENA%20AGROALIMENTARIA.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social (2013b). *Salud pública calidad e inocuidad de alimentos. Sistemas de medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF)*. 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 (2015). *Abecé de la inocuidad de alimentos*.

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*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2003a). *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] (2003b). *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] (2011). *Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Centroamérica y Proyecto Food Facility Honduras. Recuperado de: http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2013). *Cadenas agroalimentarias*. Recuperado de: http://www.fao.org/energy/agrifood-chains/es/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2015). *Alimentos sanos y seguros*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2018). *Codex Alimentarius: proteger la salud, facilitar el comercio*. FAO Stories. Recuperado de: http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1096383/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS] (2002). *Alimentos inocuos y nutritivos para los consumidores*. Cumbre Mundial sobre Alimentación, cinco años después.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS] (2019). *El futuro de la inocuidad alimentaria*. Recuperado de: https://www.who.int/docs/default-source/resources/future-of-food-safety-flyer-es.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Organización Panamericana de la Salud [OPS] (2019). *Guía para el Día Mundial de la Inocuidad de los Alimentos*.

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*.

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 Comision Panamericana de Inocuidad de Alimentos (COPAIA 6).

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] (s. f. b). *Inocuidad de los alimentos*. Recuperado de: https://www.who.int/topics/food_safety/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*.

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.

Organización Panamericana de la Salud [OPS] y Organización Mundial de la Salud [OMS] (s. f.). *Principio I: Realizar análisis de los peligros*. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10914:2015-principio-i-realizar-analisis-peligros&Itemid=41432&lang=es

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*.

Universidad Nacional de Colombia, Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, Gobernación de Cundinamarca, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y Alcaldía Mayor de Bogotá (2018). *Alimentos sanos y seguros de Cundinamarca. Experiencias de seguimiento y control. Lineamientos generales para productores y consumidores*. Subproyecto: Calidad nutricional y seguridad alimentaria para los escolares y sus familias en Bogotá y 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 Ancízar
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 resultado del Subproyecto "Calidad nutricional y seguridad alimentaria para los escolares y sus familias en Bogota 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: 978-958-505-769-2
9 789585 057692