

Colección  
**Investigación**

*La industria de alimentos*

**La industria de alimentos:  
desafíos para el siglo XXI**

*Desafíos para el siglo XXI*

# La industria de alimentos: desafíos para el siglo XXI

*Luty Gomezcáceres Pérez*  
*Editora/compiladora*

*Autores*

*Natasha Veruska dos Santos Nina*  
*Caroline Batista dos Santos*  
*Raimundo Silva de Souza*  
*Marcela Argumedo García*  
*Daniel Romero Suárez*  
*Jhon Vidal Durango*  
*Moisés Hernández*  
*Karen de Hoyos*  
*Angélica María Aguirre Bertel*  
*Andrea Paola Baquero Tobías*  
*Luty Gomezcáceres Pérez*  
*Bernarda Soraya Cuadrado Cano*  
*María Teresa Vélez Castro*  
*Elincer Elles Navarro*  
*Rafael Núñez*  
*Yudieth Arrieta Álvarez*



2018

Este libro es resultado de investigación, evaluado bajo el sistema doble ciego por pares académicos.

## **Corporación Universitaria del Caribe - CECAR**

Noel Morales Tuesca

### **Rector**

Alfredo Flórez Gutiérrez

### **Vicerrector Académico**

Jhon Víctor Vidal

### **Vicerrector de Ciencia, Tecnología e Innovación**

Luty Gomez CÁCERES

### **Director de Investigaciones**

Jorge Luis Barboza

### **Coordinador Editorial CECAR**

Editorial.cecicar@cecicar.edu.co

### **Colección Investigación**

© 2018. La industria de alimentos: desafíos para el siglo XXI.

**ISBN:** 978-958-5547-02-5 (digital)

**DOI:** <https://doi.org/10.21892/9789585547025>

**Editora/compiladora:** Luty Gomez CÁCERES Pérez

**Autores:** Natasha Veruska dos Santos Nina, Caroline Batista dos Santos, Raimundo Silva de Souza, Marcela Argumedo García, Daniel Romero Suárez, Jhon Vidal Durango, Moisés Hernández, Karen de Hoyos, Angélica María Aguirre Bertel, Andrea Paola Baquero Tobías, Luty Gomez CÁCERES Pérez, Bernarda Soraya Cuadrado Cano, María Teresa Vélez Castro, Elincer Elles Navarro, Rafael Núñez, Yudieth Arrieta Álvarez.

Sincelejo, Sucre, Colombia

La industria de alimentos: desafíos para el siglo XXI / Natasha Veruska dos Santos Nina ...  
[et al.]. - Sincelejo : Editorial CECAR, 2018.

131 páginas: gráficas, tablas; 23cm.

Incluye referencias bibliográficas al final del libro.

ISBN: 978-958-5547-02-5

1. Industria de alimentos 2. Agricultura 3. Agropecuaria 4. Contaminación ambiental I. dos Santos Nina, Natasha Veruska II. Batista dos Santos, Caroline III. Silva de Souza, Raimundo IV. Romero Suárez, Daniel V. Vidal Durango, Jhon VI. Hernández, Moisés VII. de Hoyos, Karen VIII. Título.

374.073 M6803 2018

CDD 21 ed.

CEP - Corporación Universitaria del Caribe, CECAR. Biblioteca Central - COSiCUC

## Tabla de Contenido

*Presentación* ..... 5

### **CAPÍTULO 1**

**Elaboración de pasta de tucumã y queso cuajado, enriquecida con castaña del Brasil** ..... 9

Natasha Veruska dos Santos Nina

Caroline Batista dos Santos

Raimundo Silva de Souza

### **CAPÍTULO 2**

**Niveles de exposición a hg en los habitantes de Mina Santa Cruz – Sur de Bolívar y San Marcos – Sucre**..... 29

Liseth Pérez Flórez

Marcela Argumedo García

Daniel Romero Suárez

Jhon Vidal Durango

### **CAPÍTULO 3**

**Estado del arte de la concentración de mercurio en alimentos del norte de Colombia**..... 43

Moisés Hernández

Karen de Hoyos

### **CAPÍTULO 4**

**Evaluación de la oferta y comercialización de la carne de res en los expendios de la ciudad de Sincelejo** ..... 65

Angélica María Aguirre Bertel

Andrea Paola Baquero Tobías

Luty Gomez CÁCERES Pérez

## **CAPÍTULO 5**

### **Contaminación microbiana en la industria de los alimentos ... 81**

Bernarda Soraya Cuadrado Cano

María Teresa Vélez Castro

## **CAPÍTULO 6**

### **Representación social del consumo de carne de cerdo desde la perspectiva de las mujeres cartageneras ..... 121**

Elincer Elles Navarro

Rafael Núñez.

Yudieth Arrieta Álvarez

En el sector de bienes de consumo se vienen observando grandes cambios y a una gran velocidad y esto es particularmente bien notorio en la industria de los alimentos. En esta, los cambios han estado influenciados por múltiples factores, entre ellos el incremento del número de casos de enfermedades transmitidas por los alimentos, los cambios demográficos que ha traído nuevos consumidores con nuevas necesidades, hogares más pequeños, la aparición de factores colaterales como los cambios en los sistemas de producción ante la elevada presión por conseguir altos rendimientos, la implementación de la agricultura y ganadería “orgánica”, el aumento en el comercio internacional que motivó cambios en los procedimientos de inspección y control, las nuevas formulaciones y envases, la motivación por el uso de comida étnica, la evidencia epidemiológica de la existencia de grupos de riesgo inmunosuprimidos, embarazadas, la detección de malos hábitos en la cocina, la tendencia a alimentarse fuera de casa debido a las distancias y horarios laborales, y el aumento en la percepción del riesgo ante la tendencia innovadora que busca sustituir el proceso de lavar, pelar y cocinar las materias primas por la venta y distribución de alimentos listos para consumo. Todo lo anterior, sumado a que los alimentos de origen vegetal son los más buscados por los consumidores ha establecido un cambio en los hábitos alimentarios

Otro factor importante es el cambio de perfil del consumidor; ahora cuando este compra un producto, además de preocuparse por el precio, quiere tener información sobre lo que existe detrás de ese alimento, exigiendo que estos sean saludables, inocuos, amigables con el ambiente y que las empresas productoras sean organizaciones comprometidas con la sostenibilidad y el desarrollo, y este compromiso social debe ser visible. Un aspecto que incide en este nuevo perfil es el cambio en la configuración de los hogares y el aumento de la participación de la mujer en el mercado laboral, esto ha hecho que cada vez haya más compradores hombres y jóvenes. Este conjunto de factores nos lleva a pensar que en la próxima década los consumidores serán más conscientes que nunca, y al ser un consumidor que ha perdido la confianza en algunas marcas tradicionales,

tenderá a desconfiar de los largos listados de ingredientes y exigirán la máxima transparencia a las compañías alimentarias. Los consumidores querrán tener más control sobre lo que compran y comen. Todo esto aumenta los retos que la industria del alimento tendrá que enfrentar y dar respuesta.

En los próximos años tendremos un consumidor exigente, que estará buscando en el alimento nuevas experiencias, siempre en la procura de probar nuevos productos con diferentes sabores y textura. También se producirá un regreso a lo artesanal, que se une a la personalización de la alimentación. Los consumidores más atrevidos, incluso, se abrirán a probar la fusión de distintos tipos de comidas regionales y para esto las empresas de productos alimenticios deben prepararse, ir a una velocidad que le permita adelantarse a las necesidades de su cliente, *el consumidor*.

Por otra parte, el concepto de asociar el consumo de alimentos a vivir experiencias, se habrá consolidado. Las experiencias sensoriales serán las que llevarán la delantera. El reto será sorprender a los consumidores al tiempo que consiguen que se sientan únicos y confiados en que producto cumple con todos los requerimientos de calidad e inocuidad.

Teniendo en cuenta este panorama el libro “La industria de alimentos: desafíos para el Siglo XXI” contiene seis capítulos con los resultados de investigación que van desde el uso de la tecnología para la elaboración de nuevos productos a partir de materia prima regional hasta la representación social del consumo de alimento, pasando por los problemas de contaminación y aspectos económicos.

En el capítulo I Elaboración de pasta de tucumã y queso cuajado, enriquecida con castaña del Brasil nos presenta un nuevo producto a partir del fruto del Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), el queso de cuajo y la castaña (*Bertholletia excelsa*) de Brasil. Todos estos alimentos están presentes en la alimentación del pueblo de la Amazonia, principalmente del estado de Amazonas.

Uno de los grandes problemas en la industria de alimentos es la contaminación generada por el uso en la agricultura de suelos y fuentes hídricas contaminadas por diversas sustancias, entre ellas el mercurio, el capítulo II muestra los niveles de exposición a hg en los habitantes de Mina Santa Cruz –Sur de Bolívar y San Marcos– Sucre. Se evaluaron los niveles

de exposición a HgT en los habitantes y se determinó la concentración de mercurio total (HgT). En San Marcos se tomaron muestras de los alimentos de mayor consumo por los habitantes y muestras de cabello para determinar mercurio total tomando un grado de significancia P.

Siguiendo con esta temática el capítulo III, hace un análisis de la problemática creciente de la contaminación por mercurio en la región norte de Colombia. En este país, la principal zona de explotación aurífera se encuentra entre el noreste de Antioquia y el sur del departamento de Bolívar con más de 12.400 minas en explotación. En las dos últimas décadas el uso creciente de este metal ha generado un aumento significativo de la contaminación ambiental, en agua y alimentos, y la incidente intoxicación en humanos. Los principales alimentos reportados son los pescados.

Después de evaluar un nuevo producto y estudiar un aspecto tan importante como es la contaminación de los alimentos por metales pesados, pasamos en el Capítulo IV a la Evaluación de la oferta y comercialización de la carne de res en los expendios de la ciudad de Sincelejo, alcanzar los objetivos de la comercialización de alimentos con la calidad requerida, no es nada fácil. Se necesitan cambios en las estructuras de distribución, producción, consumo, entender aspectos culturales y sociales. La seguridad de los alimentos es una preocupación permanente a la hora de consumir productos como la carne, debido a que en los lugares de comercialización no se tienen las prácticas adecuadas que garanticen la calidad, conservación e inocuidad del mismo.

Al hablar de alimento siempre debemos tener claridad que este debe ser inocuo y la industria de alimento y la autoridades que la regulan siempre estarán trabajando para garantizar y proteger la salud de la población es así como el Capítulo V Contaminación Microbiana en la Industria de los Alimentos, busca plantear elementos que permitan a lector el identificar según la naturaleza de cada tipo de producto, cuáles son los grupos microbianos más frecuentemente asociados, los factores determinantes de su contaminación en cada una de las etapas durante su procesamiento, y las condiciones que propician el que una vez presentes, les permitan adaptarse, sobrevivir o crecer y producir alteración y deterioro del producto final, o enfermar al consumidor.

Y para terminar un capítulo que nos muestra la relación existente entre la alimentación y las representaciones sociales definidas por Moscovici como formas de pensamiento social que incluyen informaciones, creencias, actitudes, prácticas y experiencias. El Capítulo VI representación social del consumo de carne de cerdo desde la perspectiva de las mujeres cartageneras, describe las prácticas higiénicas, preparación y valor nutricional del consumo de carne de cerdo en mujeres cartageneras, a través de la aplicación de un cuestionario.

Las industrias de alimento en el siglo XXI será fuertemente competitiva y para poder mantenerse tendrá que definir estrategias que le permitan enfrentar todos los problemas ambientales asociados a la producción de alimento, deberá adelantarse a los cambios en el mercado y a las necesidades de los consumidores y siempre tener presente que la generación de nuevos productos o de nuevas experiencias sensoriales deben ir de la mano de un programa que asegure la calidad y la inocuidad garantizando la salud.

*Luty Gomezcáceres Pérez*  
*Editora/compiladora*

## Capítulo 1

# Elaboración de pasta de tucumã y queso cuajado, enriquecida con castaña del Brasil

Natasha Veruska dos Santos Nina<sup>1</sup>

Caroline Batista dos Santos<sup>2</sup>

Raimundo Silva de Souza<sup>3</sup>

### Abstract

---

The tucumã, the rennet cheese and the Brazil nuts are present in the food of the people of the Amazon, mainly of the state of Amazonas, and are much consumed as stuffing of sandwiches, breads, tapioca and in natura. Chestnut is a source of fiber, minerals and vitamins. The objective of this work is to make a paste of tucumã and cheese with rennet, enriched with Brazilian nuts and verify the viability of production at the economic, technological and nutritional level. The two formulations, the tucumã pulp and the rennet cheese (Formulation A) and enriched with Brazil nuts (Formulation B) were elaborated. Characteristic profiles, acceptability index, purchase intention, and chemical physical composition were performed. Both formulations were well accepted. Formulation A had greater acceptability in the parameters color, overall appearance, aroma and appearance, while formulation B had the highest values for texture and flavor. In intent to buy, the tasters would certainly buy and probably buy the two formulations. The two formulations are considered source of fibers.

---

1 Eng.<sup>a</sup> Agrônoma, Doutoranda no curso de Pgrad - Ufam, Mestre em Agricultura no Trópico Úmido - Inpa, Especialista em Gestão da produção em empreendimentos agroindustriais - Uepa, Linha de pesquisa em Tecnologia e química de alimentos amazônicos, Universidade do Estado do Amazonas - Uea, Brasil, nina.natashavs@gmail.com

2 Tecnóloga em alimentos, Universidade do Estado do Amazonas - Uea, Itacoatiara/Am, Brasil, cabatista.s2@gmail.com

3 Farmacêutico bioquímico, Mestre em Ciência de alimentos. Departamento de Tecnologia de alimentos Coti/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus/Am, Brasil, raimondss@hotmail.com

The production of the two formulations is feasible at the economic, technological and nutritional level, demonstrating great potential for commercialization. Formulation B was enriched with protein and minerals by the addition of brazil nuts.

**Key words:** Food, Amazonia, Carotenoids, Cost, Sensory.

## Resumen

---

La Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), el queso de cuajo y la castaña (*Bertholletia excelsa*) de Brasil están presentes en la alimentación del pueblo de la Amazonia, principalmente del Estado de Amazonas, y son muy consumidos como relleno de sánduches, panes, tapiocas y al natural. La castaña es fuente de fibras, minerales y vitaminas. El objetivo de este trabajo es elaborar pasta de Tucumã y queso de cuajo, enriquecida con Castaña de Brasil, y verificar la viabilidad de producción a nivel económico, tecnológico y nutricional. Se elaboraron dos formulaciones, la pasta de Tucumã y el queso de cuajo (Formulación A) y enriquecida con castaña de Brasil (Formulación B). Se realizaron los análisis de perfiles característicos, índices de aceptabilidad, intención de compra, y composición física química. Las dos formulaciones fueron bien aceptadas. La formulación A, tuvo mayor aceptación en los parámetros de color, aspecto global, aroma y apariencia. Mientras que la formulación B tuvo los mayores valores para la textura y el sabor. En la intención de compra, los probadores ciertamente comprarían y probablemente comprarían las dos formulaciones. Las dos formulaciones se consideran fuente de fibras. La producción de las dos formulaciones es viable a nivel económico, tecnológico y nutricional, demostrando gran potencial para la comercialización. La formulación B fue enriquecida con proteínas y minerales, por la adición de la Castaña de Brasil.

**Palabras clave:** Alimentación, Amazonia, Carotenoides, Costo, Sensorial

## Resumo

---

O tucumã, o queijo coalho e a castanha do Brasil estão presentes na alimentação do povo da Amazônia, principalmente do estado do Amazonas e são muito consumidos como recheio de sanduiches, pães, tapiocas e *in natura*. A castanha é fonte de fibras, minerais e vitaminas. O objetivo deste trabalho é elaborar pasta de tucumã e

queijo coalho, enriquecida castanha do Brasil e verificar a viabilidade de produção à nível econômico, tecnológico e nutricional. Foram elaboradas as duas formulações, a pasta de tucumã e queijo com coalho (Formulação A) e enriquecida com castanha do Brasil (Formulação B). Foram realizadas as análises perfil característico, índice de aceitabilidade, intenção de compra, e composição físico química. As duas formulações foram bem aceitas. A formulação A teve aceitabilidade maior nos parâmetros cor, aspecto global, aroma e aparência, enquanto que a formulação B teve os maiores valores para textura e sabor. Na intenção de compra os provadores certamente comprariam e provavelmente comprariam as duas formulações. As duas formulações são consideradas fonte de fibras. A produção das duas formulações é viável à nível econômico, tecnológico e nutricional, demonstrando grande potencial para comercialização. A formulação B foi enriquecida de proteína e minerais pela adição da castanha do Brasil.

**Palavras-chave:** Alimentação, Amazonia, Carotenóides, Custo, Sensorial.

## Introducción

La región amazónica comprende el bosque tropical más diverso del mundo. Con dimensiones tan grandes, es la fuente de vida y los ingresos de aproximadamente 200.000 familias que recogen frutas nativas, cuya comercialización es la actividad responsable por el 10% de los ingresos totales de la extracción (IBAMA, 2006), estando presentes en la alimentación de la Amazonía la Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), el queso de cuajo y el castaño. Los frutos de la palma amazónica Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey) son muy consumidos al natural por la población regional, como relleno de pan, tapioca y sánduches, según Miranda (2001).

Los frutos de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) son importantes en el mercado regional y tienen una participación creciente en la agroindustria de la región norte, principalmente por la comercialización para el consumo de fruta fresca y procesamiento de pulpa, con buenas características agroindustriales, en la preparación de paletas, helados y sánduches (Rebouças, 2010; Revilla, 2001).

Picanço (1997) señala que la pulpa de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) tiene un alto contenido de proteínas, carbohidratos y una proporción de fracción lipídica, constituida en gran parte por ácidos grasos insaturados; contiene un alto contenido de calcio y fósforo; es rica en calcio, carbohidratos, B1, B2, B3, C y constituye una excelente fuente de vitamina A.

El queso de cuajo, como un derivado lácteo tradicional, debido a sus propiedades organolépticas y nutricionales, tiene una gran aceptación en el mercado nacional (Nogueira, 2007). El queso de cuajo es uno de los productos más típicos de la región noreste y norte, y forma parte de las comidas diarias, como complemento alimenticio, presentando un valor socioeconómico y cultural relevante. Es una fuente de proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas, calcio, zinc, hierro potásico, fósforo, presencia de ácido linoleico y de otros ácidos grasos (Organización Panamericana de la Salud, 2009).

Una gran mayoría de los municipios del Estado de Amazonas, productores de leche, fabrican queso de cuajo de forma artesanal (Ruwer, Moura y Gonçalves, 2012), basados en el conocimiento práctico construido a lo largo de generaciones (Dantas, 2012).

La castaña de Brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.), también es conocida como nuez de Brasil. Es una planta nativa del Amazonas y una de las especies más importantes de explotación extractiva (Donadio, Mõro y Servidone, 2002). La nuez de Brasil también forma parte de la elaboración de varias recetas, tanto dulces como saladas (R. F. da Silva, Ascheri, y Souza, 2010).

Las almendras del castaño son ricas en bario, bromo, cobalto, cesio, magnesio, níquel, rubidio y, especialmente, selenio, los tres primeros elementos con niveles más altos que en otras nueces. Sus principales ácidos grasos son el palmítico, el oleico y el linoleico (Donadio et al., 2002). Según Santos (2012) y Fernandes (2011), contienen minerales como Na, K, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y tienen un contenido de Se más alto que en cualquier otra almendra.

Según Santos et al. (2012), la nuez de Brasil es notable por su alto contenido de lípidos, con 60 a 70%, y las proteínas de 15 a 20%; también son ricas en compuestos minerales tales como: calcio, magnesio, hierro,

potasio, sodio, entre otros, principalmente en selenio, un antioxidante muy importante, que se ha relacionado con la reducción del riesgo de desarrollar varias patologías (Santos, Corrêa y Lannes, 2011).

Las funciones biológicas del selenio (Se) incluyen la defensa contra el estrés oxidativo, la regulación de la acción de las hormonas tiroideas y la regulación del potencial redox de la vitamina C y otras moléculas (Instituto de Medicina, 2000). Esta ingesta diaria, segura máxima de 400 µg fue sugerida para adultos, debido a la incertidumbre con respecto a la dosis dañina de selenio, según (Whanger, 2004).

La principal forma de consumo regional de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo, tanto para la población local como para los turistas que frecuentan los lugares que ofrecen café regional, es el relleno en sánduches, panes, tapioca o incluso en tiras de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), con o sin nueces de Brasil.

Debido a este consumo, es necesario elaborar nuevas formas de presentación y nuevos productos basados en Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es elaborar una pasta de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo, enriquecida con nueces de Brasil, y verificar la viabilidad de la producción a nivel económico, tecnológico y nutricional.

## Metodología

### Fase 1. Obtención y procesado de la Pulpa de Tucumã

Los frutos de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y las nueces de Brasil se compraron en la feria del productor, en el centro de la ciudad de Itacoatiara-Am; y el queso de cuajo, del productor inspeccionado por el Ministerio de Agricultura. Los Tucumãs (*Astrocaryum aculeatum*) fueron llevados al laboratorio de química de la Universidad Estatal del Amazonas (CESIT). Las frutas se higienizaron y la limpieza se realizó con agua corriente, de acuerdo con la Figura 1. La desinfección de las frutas se llevó a cabo en una solución acuosa con hipoclorito de sodio al 2,5%, a 200 ppm, durante 15 minutos, y se procedió a enjuague con agua potable, siguiendo todos los requisitos de buenas prácticas de RDC n°216 (Ministerio de Salud de Brasil,

2004) y RDC nº218 (Ministerio de Salud de Brasil, 2005). Los Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) se pelaron, se despulparon y se trituraron en un mezclador ARNO Optimix plus 550W, y se agregaron los ingredientes para obtener la pulpa de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), de acuerdo con el diagrama de flujo, Figura 1.



Figura 1. Diagrama de flujo para la preparación de la pasta de Tucumã y del queso de cuajo (A) y enriquecida con Castaña de Brasil (B).



Figura 2. *Astrocaryum aculeatum* (Tucumã) en tajadas (A). Queso Cuajado (B). Pulpa de Tucumã triturada (C). *Bertholletia excelsa* triturada (D).

### Elaboración de las Fórmulas de Pasta de Tucumã y Queso de Cuajo

Podemos observar los ingredientes y las cantidades utilizadas para las dos formulaciones de pasta de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo (A) y enriquecidos con Castaña del Brasil (*Bertholletia excelsa*) (B), en la formulación total y en 100 g, en la Tabla 1.

### Cuadro 1

Fórmulas de pasta de Tucumã y queso de cuajo (A), y enriquecida con Castaña del Brasil (B).

INGREDIENTES	Fórmulas			
	Fórmula total		Fórmula en 100g	
	(A)	(B)	(A)	(B)
Tucumã (g)	165,00	165,00	32,51	32,51
Queso de cuajo (g)	125,00	125,00	24,63	24,63
Crema de leche (g)	100,00	80,00	19,70	15,76
Mantequilla (g)	10,00	10,00	1,97	1,97
Aceite dulce (g)	5,00	5,00	0,99	0,99
Orégano (g)	2,50	2,50	0,49	0,49
Agua (g)	100,00	100,00	19,70	19,70
Castaña del Brasil (g)	-	20,00	-	3,94
Total	507,50	507,50	100,00	100,00

En la Figura 3, se muestran las dos formulaciones de pasta de Tucumã y queso de cuajo (A), y enriquecidas con nueces de Brasil (B).



**Figura 3.** Fórmula A de pasta de Tucumã y queso de cuajo (A). Fórmula B de pasta de Tucumã y queso de cuajo, enriquecida con Castaña de Brasil (B).

### Almacenamiento

Las dos formulaciones se almacenaron en recipientes de plástico y se almacenaron en refrigeración (4 °C) hasta el momento de las pruebas sensoriales y de intención de compra, que se realizaron el mismo día.

El análisis de las dos formulaciones de pasta de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso cuajado F (A) y enriquecido con nueces de Brasil F (B), fue el costo de producción, la composición química, el análisis sensorial, el índice de aceptabilidad y la intención de compra. Los costos de producción se calcularon sobre la base del precio en Reales (R \$) de cada ingrediente, de

acuerdo con las formulaciones y se calcularon para el total de formulaciones y las formulaciones para 100 g.

## **Fase 2. Análisis de perfiles característicos.**

### **Características fisicoquímicas**

Los análisis químicos y fisicoquímicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Instituto Nacional de Investigación de la Amazonia (INPA). El pH se determinó en el medidor de pH Micronal y en el modelo B 474, previamente calibrado con el tampón 7 y 4, utilizando una muestra sin filtrar obtenida de la homogeneización de 5 g de pasta y 20 ml de agua destilada (Ranganna, 1986).

El contenido de sólidos solubles se determinó en un refractómetro Belligran Stanley utilizando la fase líquida de prensado de la muestra previamente molida en dos capas de gasa en un sistema de filtración a presión de jeringa. Las lecturas realizadas fuera de la temperatura estándar (20 ° C) se corrigieron de acuerdo con la Tabla de Conversión reportada por Ranganna (1986). La actividad del agua se determinó en los equipos AquaLab, de la marca Decagon, mediante la técnica de determinación del punto de rocío con espejo encapsulado, que se originó a partir de la medida de humedad relativa aprobada por AOAC—Asociación de Analistas Químicos (Boletim Técnico Informativo, 2006). La calibración antes de las lecturas se realizó con estándar de agua pura. Las muestras se depositaron hasta la mitad de la altura del recipiente de lectura. Las lecturas se tomaron inmediatamente después de retirar el embalaje y por triplicado.

La titulación de la muestra triturada y homogeneizada con 30 ml de agua destilada se realizó con una solución de NaOH 0,1 N (estandarizada) y fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido oleico (Ranganna, 1986).

La relación Brix/Ácido se obtuvo mediante cálculos utilizando los resultados de los sólidos solubles (°Brix) y la acidez titulable, porcentaje de ácido oleico (Ranganna, 1986).

## **Composición Química**

Para los análisis químicos, las muestras de las dos formulaciones se trituraron en un mezclador, formando una muestra homogénea y todos los análisis se realizaron por triplicado. El contenido de humedad se determinó secando el material del invernadero del modelo ETC 45. Nuevas éticas con circulación forzada de aire y temperatura de 65 ° C hasta peso constante. El contenido de materia seca se obtuvo mediante cálculos basados en el porcentaje de humedad (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

El contenido de proteína se cuantificó por el método de micro-Kjeldhal y se calculó por el nitrógeno total del factor 6.25, para la conversión de nitrógeno en proteína. Los lípidos se extrajeron de la muestra seca, mediante el aparato Soxhlet de Marconi y el modelo MA 1876, utilizando como disolvente hexano, y los resultados se expresaron como porcentaje (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

La fracción de fibra dietética se determinó mediante hidrólisis ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,225 N) y alcalina (NaOH a 0,313 N).

Las cenizas se obtuvieron por incineración en un horno de mufla del equipo de la marca EDG y controlan el modelo IP de acero inoxidable LTDA a 550 °C durante cinco horas, a partir de la muestra seca y desengrasada. Los carbohidratos se calcularon por diferencia (Southgate, 1969) y se estimó el valor energético (kcal) considerando los factores de corrección de Atwater 4 Kcal/g para proteínas y carbohidratos y 9 Kcal/g para lípidos (Ranganna, 1986).

## **Análisis Sensorial**

La evaluación sensorial se llevó a cabo en la Universidad Estatal de Amazonas—CESIT. Participaron treinta evaluadores no capacitados, que son estudiantes, empleados y profesores de la Universidad, de ambos sexos. Cada juez recibió una porción de aproximadamente 20 g de cada muestra y fue acompañado por un vaso de agua para tomar entre las muestras. Los evaluadores firmaron el TCLE (Término de Consentimiento Informado), en el que se dieron cuenta de lo que se estaba investigando.

## **Prueba de Aceptación**

Como formulaciones, las dos formulaciones de pulpa de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo se caracterizaron por pruebas de aceptación, perfil característico (Teixeira, 2009), adaptado de Anzaldúa-Morales (1994). Se analizaron los siguientes atributos: apariencia, aroma, sabor, color, textura y apariencia general. Se utilizó la escala hedónica de siete puntos, de acuerdo con las recomendaciones de (Instituto Adolfo Lutz, 2009), con Sí me gustó (7) y No me gustó (1) y, el término intermedio, Indiferente (4).

## **Índice de Aceptabilidad**

El índice de aceptabilidad de las dos formulaciones de pulpa de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo se evaluó mediante una prueba afectiva, con catadores no entrenados, que fueron seleccionados al azar. El cálculo del Índice de Aceptabilidad (IA) de las dos formulaciones se realizó de acuerdo con Monteiro (1984), según la fórmula indicada:  $IA (\%) = A \times 100/B$ , siendo (A) la calificación promedio obtenida para el producto X y (B) el puntaje máximo otorgado al producto Y.

El índice de aceptabilidad (IA) se utilizó para todos los parámetros evaluados en el análisis sensorial y se consideró el criterio de las notas ( $\geq 5$ ) como un producto bien aceptado por sus atributos, apariencia, aroma, color, sabor y textura y apariencia general. Las formulaciones que tenían valores superiores al 70% se consideraron bien aceptadas (Monteiro, 1984).

## **Prueba de Preferencia e Intención de Compra**

La intención de las dos formulaciones de pasta de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo (A), y enriquecida con Castaña de Brasil (*Bertholletia excelsa*) (B), utilizando la escala de 5 puntos, sería Sí compraría (1) No compraría (5) y, el término intermedio, Indiferente (3), según Dutcosky (2011) y Teixeira (2009).

## **Fase 3. Análisis Estadístico**

Los datos de las pruebas de aceptación se analizaron con la ayuda de Software Assistant Beta ® (2014), Versión 7.7 (F. A. S. Silva & Azevedo, 2009), mediante análisis de varianza (ANOVA); la comparación de

medias se realizó mediante la prueba de medias de Tukey, con un nivel de significancia del 5%, así como la desviación estándar, el promedio general (MG), la diferencia mínima significativa (dms) y el coeficiente de variación (CV) como porcentaje. Los otros análisis se tabularon, se compararon y los gráficos se crearon con el software Excel® 2013.

## Resultados y Discusión

### Características Físico-químicas de la Pasta de Tucumã y el Queso de Cuajo

Las características físico-químicas de las dos formulaciones de pasta de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y cuajo demuestran el pH, los sólidos solubles totales (SST), la actividad del agua, la acidez y la relación Brix/acidez, la calidad tecnológica de los dos productos, y se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 1**

*Las características físico-químicas de dos formulaciones de pasta de Tucumã y queso de cuajo (A), y enriquecidas con Castaña de Brasil (B), significa prueba y desviación estándar.*

Características	Formulaciones (100g)		Media General	dms	CV (%)
	(A)	(B)			
pH	5,55 a**± 0,04	5,76 b**± 0,03	5,65	0,07	0,57
Sólidos solubles totales (° Brix)	6,00 a ± 1,53	7,67 a ± 1,00	6,83	1,85	11,95
Actividad de agua (Aw)	0,39 a ± 0,01	0,38 a ± 0,02	0,39	0,02	3,34
Acidez titulable (% de ácido oleico)	0,25 a ± 0,05	0,27 a ± 0,03	0,26	0,09	15,83
Relación Brix acidez	26,63 a ± 1,39	29,19 a ± 2,76	27,91	4,95	7,83

Las medias seguidas por letras iguales en la línea no difieren entre sí, según la prueba de Tukey, con un 5% de probabilidad. \*\* significativo al nivel de probabilidad del 1% ( $p < .01$ )

Hubo una diferencia significativa en relación con el pH en las dos formulaciones, siendo la formulación B (enriquecimiento con castaño), con un pH más alto. Los valores más altos de sólidos solubles totales (SST, por sus siglas en inglés) estaban en la formulación B, mediante la adición de Castaña de Brasil (*Bertholletia excelsa*).

La actividad del agua (Aw) se consideró baja, lo que indica un alimento que puede tener una vida útil más larga si se refrigera a 4° C, según las recomendaciones del Ministerio de Salud de Brasil (2004). Según Chitarra y Chitarra (2005), la relación Brix/acidez es la relación entre los ácidos y los azúcares, siendo una de las mejores formas de evaluar el sabor. El producto será más dulce cuanto más alto sea el valor de SST y más baja sea la acidez, y, al revés, indica un alimento más ácido.

Flor (2013) estudió la pulpa de tucuma blanqueada y no blanqueada durante el almacenamiento refrigerado; la pulpa no blanqueada obtuvo valores ácidos de 0.36% de ácido oleico, Brix/relación de acidez de 19.46, pH 5.92. siendo estos valores cercanos a los encontrados en este estudio.

### **Composición Química de la Pasta de Tucumã y el Queso de Cuajo**

La composición química de dos formulaciones de pulpa de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso cuajado y enriquecida con castaño, en la Tabla 3, muestra que las dos formulaciones se consideran fuentes de fibras, porque tienen valores superiores al 3%, de acuerdo con la Ordenanza N° 27, con fecha 01/13/1998 de ANVISA (Ministerio de Salud de Brasil, 1998), que para que un alimento se considere rico en fibra alimentaria debe contener al menos 3 g/100 g de fibra, siendo el valor más alto encontrado en la Formulación A.

**Tabla 2**

*La composición química de dos formulaciones de pulpa de Tucumã y queso de cuajo (A) y enriquecida con nueces de Brasil (B), significa prueba y desviación estándar.*

Componentes	Formulaciones (100g)		Media General	dms	CV (%)
	(A)	(B)			
Umidad (g)	60,35b ** ± 0,03	56,36a ** ± 0,02	58,36	0,062	0,05
Proteínas (g)	5,07 a ** ± 0,02	5,82 b ** ± 0,02	5,45	0,04	0,33
Lípidos (g)	20,67 a ± 0,03	20,70 a ± 0,02	20,70	0,05	0,11
Fibras (g)	5,89 b ** ± 0,01	5,39 a ** ± 0,02	5,64	0,03	0,23
Cenizas (g)	3,05 a ** ± 0,03	3,78 b ** ± 0,01	3,42	0,05	0,67
Carbohidratos (g)	5,06 a ** ± 0,01	7,98 b ** ± 0,01	6,52	0,22	0,15
Valor calórico (Kcal)	226,35 b ** ± 0,05	241,48 a ** ± 0,02	233,92	0,08	0,02

*Las medias seguidas por letras iguales en la línea no difieren entre sí, según la prueba de Tukey, con un 5% de probabilidad. \*\* significativo al nivel de probabilidad del 1% ( $p < .01$ )*

Hubo una diferencia significativa en el nivel de probabilidad del 1% ( $p < .01$ ) para la humedad, proteínas, fibra, cenizas, carbohidratos y valor calórico. Los lípidos no difirieron significativamente en la prueba de Tukey, con un 5% de probabilidad.

La formulación B, con la adición de nueces de Brasil, se enriqueció con proteínas, cenizas y valores más altos de carbohidratos. El valor calórico en la formulación A fue más alto que la formulación B, principalmente debido al contenido de carbohidratos de las nueces.

Los valores encontrados para las cenizas, las proteínas y los carbohidratos fueron más altos que los encontrados en Flor (2013) y más bajos para los lípidos y la energía.

Según Silva et al. (2010), la almendra de la nuez de Brasil, contiene una fracción lipídica de buena calidad y alto valor alimenticio, denominada ácidos grasos poliinsaturados que se presentan en las siguientes proporciones: 37,42% de oleico y 37,75% de linoleico, totalizando 75,17% del total de ácidos grasos, así como el 24.83% de ácidos saturados como los ácidos palmítico, esteárico y araquidónico, con 13.15%; 10,36% y 1,32%,

respectivamente. La nuez de Brasil también forma parte de la elaboración de diversas recetas, tanto dulces como saladas.

### Características Sensoriales de la Pasta Tucumã y el Queso de Cuajo

En las dos formulaciones de pasta de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) y queso de cuajo, y Castaña de Brasil, todos los parámetros obtuvieron los valores correspondientes Me gustaron ligeramente (5), Me gustaron mucho (7),

**Tabla 3**  
*Prueba de aceptación de dos formulaciones de queso Tucumã y cuajo (A) y enriquecido con nueces de Brasil (B).*

Atributos	Formulaciones		Media General	dms	CV (%)
	A	B			
Apariencia	6,00a±1,12	6,13a±0,97	6,07	0,52	16,41
Aroma	5,53a±0,94	6,00a±0,98	5,77	0,49	16,65
Color	6,27a±0,83	5,93a±0,87	6,1	0,44	13,91
Sabor	5,87 a±0,9	6,10a±1,12	5,98	0,53	17,02
Consistencia	5,53a±1,01	5,83a±1,02	5,68	0,52	17,84
Aspecto global	5,73a±1,05	5,97a±1,0	5,85	0,52	17,51

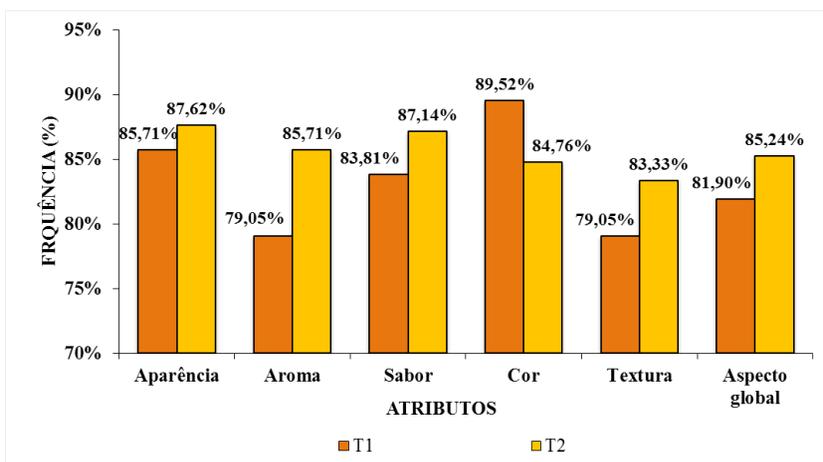
*Las medias seguidas por letras iguales en la línea no difieren entre sí, según la prueba de Tukey, con un 5% de probabilidad.*

No hubo diferencia significativa entre las medias para todos los parámetros. El parámetro más aceptado fue el color en la formulación A, seguido de la apariencia en ambas formulaciones y el sabor en la formulación B, todos con promedios entre las notas regulares y las que más gustan.

Figueiredo (2006), al analizar la aceptación del “Queso Marajó” tipo crema, obtuvo aceptación en todos los atributos analizados (color, aroma, sabor y textura) en la escala de siete puntos, oscilando entre “Me gustó regularmente” (7) y “Me gustó mucho” (8). Los valores se muestran en la Figura 2, a continuación:

## Índice de Aceptabilidad (IA)

Los resultados presentados en la Figura 4 muestran que las dos formulaciones se consideraron bien aceptadas ya que tenían valores de aceptabilidad (IA) superiores al 70% (Monteiro, 1984), en todos los parámetros analizados.



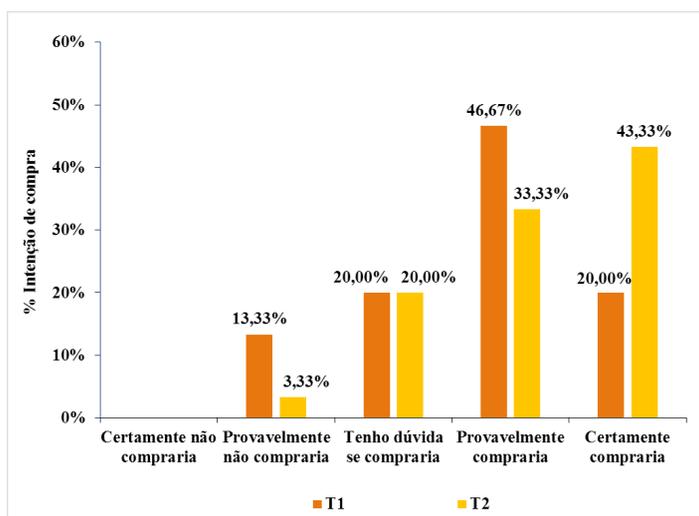
**Figura 4.** Índice de Aceptabilidad de dos Formulaciones de Pasta de Tucumã y Queso de Cuajo (A), y enriquecido con Castaña de Brasil (B)

Los atributos tenían un índice de aceptabilidad más alto (IA) en la formulación B y solo el color tenía un valor de IA más alto en la formulación A. Los parámetros con los valores más altos en la formulación (B) fueron, respectivamente, apariencia y sabor, seguidos de aroma y color. La apariencia, el aroma, el sabor de la textura y el aspecto general tuvieron una mayor IA en la formulación B, debido a la presencia de la Castaña, que proporcionó un producto con mejoras en estos atributos y confirió la textura de almendra picada, con sabor característico, a la apariencia más pastosa.

El color también se vio influenciado por la adición del castaño, ya que la formulación B se volvió más clara, convirtiéndose en un amarillo/naranja más claro por lo que tuvo una IA más baja en relación con la Formulación A.

## Prueba de Preferencia e Intención de Compra

En la Figura 5, los datos mostraron que los catadores tienen la intención de comprar las dos formulaciones de pulpa de queso y cuajo de queso Tucumã, (*Astrocaryum aculeatum*) y la actitud de los catadores fue principalmente de comprar y seguramente compraría para ambas formulaciones, valores para la formulación A (66,67%) y para la formulación B (76,66%), prefiriendo así la formulación B.



**Figura 5.** Prueba de Preferencia e Intención de Comprar dos Formulaciones de Pasta de Tucumã y Queso de Cuajo (A), y enriquecido con nueces de Brasil (B).

Ambas formulaciones tenían una alta intención de compra, demostrando así un gran potencial para la comercialización. Los resultados anteriores son confirmados por Flor (2013), quien, al estudiar la conservación de la pulpa y su fabricación, concluyó que la alta aceptabilidad y la intención de compra hacen posible afirmar que la pulpa de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) puede ser una alternativa para fomentar un mayor consumo de la fruta y ofrecer nuevos productos procesados para una preparación rápida y fácil.

## Conclusión

Las dos formulaciones de pulpa de Tucumã, con y sin el enriquecimiento de la Castaña de Brasil, se consideran fuentes de fibra y tienen viabilidad para la producción a nivel económico (buena aceptabilidad, intención de compra), tecnológica (características físico-químicas) y nutricionales (características químicas), demostrando un gran potencial de comercialización.

La Formulación B se enriqueció con proteínas y minerales de nueces de Brasil, proporcionando una mejor composición química, características físicoquímicas, mayor índice de aceptabilidad e intención de compra.

## Referencias

- Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Acibia. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=6WBFnQEACAAJ>
- Boletim técnico Informativo. (2006). *Entendendo a atividade de água (aa) e sua importância para a qualidade de alimentos e outros produtos em geral*.
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio* (2ª ed.). Lavras: Esal/Faefe 785.
- Dantas, D. S. (2012). *Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município de Patos, PB*. Universidade Federal de Campina Grande. Recuperado a partir de <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-216>
- Donadio, L. C., Mõro, F. V., & Servidone, A. A. (2002). *Frutas nativas*. São Paulo: Novos Talentos.
- Dutcosky, S. D. (2011). *Análise sensorial de alimentos* (p. 427). Curitiba: Champagnat.
- Fernades, D. (2011). *Efeito da amêndoa de Baru, Amendoim e Castanha-do-Pará no perfil sérico e na peroxidação de lipídeos em ratos com dieta hiperlipídica, Dissertação de mestrado*. Ppg em ciência e tecnologia de alimentos, Ufg.
- Figueiredo, E. L. (2006). *Elaboração e caracterização do “Queijo Marajó”, tipo creme, de leite de búfala, visando sua padronização*.

- Flor, N. S. (2013, julio). *Conservação da polpa e elaboração da pasta de tucumã (Astrocaryum aculeatum G. Mey.)*. Inpa, PPG Atu. Dissertação de mestrado.
- IBAMA. (2006). *O neoextrativismo ou agroextrativismo*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- Institute of Medicine. (2000). *Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids: a report of the panel on dietary antioxidants and related compounds*. Washington, DC: National Academy. <https://doi.org/10.17226/9810>.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). “*Métodos físico-químicos para análises de alimentos do Instituto Adolfo Lutz*” (4ª ed.). São Paulo, Brasil: IAL. Recuperado a partir de [http://www.ial.sp.gov.br/resources/edicao-rinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/edicao-rinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf)
- Instituto Adolfo Lutz. (2009). Análise Sensorial. *Capítulo VI, IAL*, 279.
- Ministério da Saúde Brasil. (1998). *Portaria Nº 27 “Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar”*.
- Ministério da Saúde Brasil. (2004). Resolução Rdc nº 216. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Secretaria de Vigilância Sanitária.
- Ministério da Saúde Brasil. (2005). *Rdc nº 218. Regulamento técnico de procedimentos higiênico-sanitários para manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetais*.
- Miranda, I. P. de A., Rabelo, A., Bueno, C. R., Barbosa, E. M., & Ribeiro, M. N. S. (2001). *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Manaus: INPA, Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais. Recuperado a partir de <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=a-d&id=346671&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22MIRANDA,I.P.de.A.%22&qFacets=autoria:%22MIRANDA,I.P.de.A.%22&-sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>
- Monteiro, C. L. B. (1984). *Técnicas de Avaliação sensorial: Seleção e treinamento de equipes de degustadores* (2ª ed.). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Ceppa.
- Nogueira, J. G. A. (2007). *Embalagem como fator de agregação de valor ao produto: Um estudo do segmento de queijos em Juiz de Fora*. UFF/ SISTEMAS DE GESTÃO, Niterói. Recuperado a partir de <http://>

[www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=35946](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=35946)

- Organização Pan Americana da Saúde. (2009). *Guias para o gerenciamento dos riscos sanitários em alimentos*. Rio de Janeiro: Área de Vigilância Sanitária, Prevenção e Controle de Doenças OPAS/OMS. Recuperado a partir de [http://bvs.panalimentos.org/local/File/Guias\\_para\\_gerenciamento\\_riscos\\_sanitarios\\_em\\_alimentos.pdf](http://bvs.panalimentos.org/local/File/Guias_para_gerenciamento_riscos_sanitarios_em_alimentos.pdf)
- Picanço, N. S. (1997). *Aproveitamento industrial da polpa de tucumã (Astrocaryum aculeatum G. F. W. Meyer) /*. Universidade do Amazonas. Recuperado a partir de <http://koha.inpa.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17929>
- Ranganna, S. (1986). *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products*. New Delhi: Products Tata Mc Graw-Hill Publishing.
- Rebouças, E. R. (2010, junio 2). *Dessecação e conservação de sementes de tucumã (Astrocaryum aculeatum G. Mey.)*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Recuperado a partir de <http://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/1357>
- Revilla, J. (2001). *Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Recuperado a partir de <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=670744&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22REVILLA,J.%22&qFacets=autoria:%22REVILLA,J.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>
- Ruwer, C. M., Moura, J. F. de, & Gonçalves, M. J. F. (2012). Surtos de doenças transmitidas por alimentos em Manaus, Amazonas (2005-2009): o problema do queijo coalho. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 18(2), 60–66. Recuperado a partir de <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=931215&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22J.F.%22&qFacets=autoria:%22J.F.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=119>
- Santos, O. V. dos, Lopes, A. S., Cardoso, V. M. M., & Silva, R. J. F. da. (2012). AVALIAÇÃO DE MISTURAS PROTEICAS MISTAS COM FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DE CASTANHA-DO-BRASIL E ISOLADO PROTEICO DE SOJA: COMPORTAMENTO TÉRMICO E MORFOLÓGICO. *Sinergia*, 13(1), 35–41. Recuperado a

- partir de [https://www.yumpu.com/pt/document/view/12982937/avaliacao-de-misturas-proteicas-mistas-com-farinha-parcialmente-](https://www.yumpu.com/pt/document/view/12982937/avaliacao-de-misturas-proteicas-mistas-com-farinha-parcialmente)
- Santos, O. V, Corrêa, N. C. F., & Lannes, S. C. S. (2011). Caracterização física, físico-química, microbiológica e micotoxicológica da castanha-do-brasil (*bertholletia excelsa* H. B. K). *Revista Iluminart*, 1(7), 48–59.
- Silva, R. F. da, Ascheri, J. L. R., & Souza, J. M. L. de. (2010). Influência do processo de beneficiamento na qualidade de amêndoas de castanha-do-brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(2), 445–450. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000200025>
- Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. de. (2009). Principal Components Analysis in the Software Assistat- Statistical Assistance. En *7th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources*. Reno, Nevada USA: ASABE. Recuperado a partir de <https://elibrary.asabe.org/azdez.asp?AID=29066&T=2>
- Southgate, D. A. T. (1969). Determination of carbohydrates in foods. I.— Available carbohydrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 20(6), 326–330. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740200602>
- Teixeira, L. V. (2009). ANÁLISE SENSORIAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 64(366), 12–21. Recuperado a partir de <https://www.revistadoilct.com.br/ri/ct/article/view/70/76>
- Whanger, P. D. (2004). Selenium and its relationship to cancer: an update. *The British journal of nutrition*, 91(1), 11–28. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14748935>

## Capítulo 2

# Niveles de exposición a hg en los habitantes de Mina Santa Cruz – Sur de Bolívar y San Marcos – Sucre

Liseth Pérez Flórez<sup>1</sup>  
Marcela Argumedo García<sup>2</sup>  
Daniel Romero Suárez<sup>3</sup>  
Jhon Víctor Vidal Durango<sup>4</sup>

### Resumen

---

Los metales se encuentran en todos los alimentos, siendo de mayor preocupación la presencia de metales tóxicos como el mercurio, debido a los efectos adversos que causa en la salud del hombre. Se planteó como objetivo evaluar los niveles de exposición a HgT en los habitantes de Mina Santa Cruz – Sur de Bolívar y San Marcos – Sucre. En Mina Santa Cruz se tomaron muestras de pelo de cerdo y plumas de gallina y pato y se determinó la concentración de mercurio total (HgT). En San Marcos se tomaron muestras de los alimentos de mayor consumo por los habitantes y muestras de cabello para determinar mercurio total tomando un grado de significancia  $P < 0.05$ . Para realizar comparaciones entre las distintas muestras se realizaron t-test y Anovas, tomando un grado de significancia  $P < 0.05$ . Las concentraciones más altas de HgT en Mina Santa Cruz se presentaron en cerdo ( $8156,9 \pm 882,2$  ng/g), seguido de gallina ( $3391,9 \pm 639,5$

---

1 Bióloga, M.Sc. en Biotecnología. Corporación Universitaria del caribe CECAR. lipaof@gmail.com

2 Bióloga, M.Sc. en Biotecnología. Corporación Universitaria del caribe CECAR. marce404@hotmail.com

3 Biólogo, M.Sc. (C) en Bioquímica Universidad de Cartagena

4 Ingeniero Químico, M.Sc. en Ciencias Ambientales, PhD (C) Gestión de la innovación. Corporación Universitaria del caribe CECAR. jhon.vidal@cecar.edu.co

ng/g) y pato ( $1426,5 \pm 263,9$  ng/g). En San Marcos este tipo de alimentos presentaron bajas concentraciones del metal y la mayor concentración de Hg-T en cabello se presentó en el rango de edad de más de 50 años ( $0,91 \pm 1,39$  µg/g). Se concluye El consumo de patos, gallinas y cerdos establecidos en Mina Santa representan un riesgo importante a la salud pública, debido a las concentraciones acumuladas en los organismos estudiados, mientras que la exposición a HgT en los habitantes del municipio de San Marcos por consumo de alimentos fue relativamente bajo.

**Palabras clave:** contaminación, minería aurífera, mercurio, salud pública.

## Abstract

---

Metals are found in all foods, with the presence of toxic metals such as mercury being of greater concern because of its adverse effects on human health. The objective was to evaluate the levels of exposure to HgT in the inhabitants of Mina Santa Cruz - Sur de Bolívar and San Marcos - Sucre. In Mina Santa Cruz, samples of pig hair and chicken and duck feathers were taken and total mercury (HgT) concentration was determined. In San Marcos, samples of the foodstuffs most consumed by the inhabitants and hair samples were taken to determine total mercury by taking a degree of significance  $P < 0.05$ . In order to make comparisons between the different samples, t-tests and Anovas were carried out, taking a degree of significance  $P < 0.05$ . The highest concentrations of HgT in Mina Santa Cruz were found in pig ( $8156.9 \pm 882.2$  ng/g), followed by chicken ( $3391.9 \pm 639.5$  ng/g) and duck ( $1426.5 \pm 263.9$  ng/g). In San Marcos this type of food presented low concentrations of the metal and the highest concentration of Hg-T in hair occurred in the age range of more than 50 years ( $0.91 \pm 1.39$  µg/g). Conclusions The consumption of ducks, chickens and pigs established in Mina Santa represents a significant risk to public health, due to the accumulated concentrations in the organisms studied, while exposure to HgT in the inhabitants of the municipality of San Marcos from food consumption was relatively low.

**Keywords:** contamination, gold mining, mercury, public health.

## Introducción

El principal factor de contaminación por mercurio en los países en desarrollo es la minería aurífera. En Colombia, la mayor zona de explotación de oro se encuentra ubicada entre el norte de Antioquia y sur de Bolívar, donde existen más de 12.400 minas en explotación, involucrando a un número de personas superior a 50.000 que reciben influencia directa o indirecta de esta actividad. La cantidad de mercurio liberado no ha sido calculada con exactitud, pero ha sido estimada en cerca de 80-100 toneladas al año (Olivero y Johnson, 2002).

El manejo inadecuado de este metal en las zonas de explotación ha generado la contaminación de suelos y sistemas acuáticos, incrementando la exposición de mercurio en humanos por el consumo de agua y alimentos contaminados (Alonso et al., 2000). Debido a la alta afinidad de este contaminante con los grupos sulfidrilos de las proteínas, es rápidamente incorporado a la cadena alimentaria, bioacumulado en los organismos acuáticos por la exposición a concentraciones superiores a las que puede excretar (Pouilly et al., 2008), y biomagnificado de un nivel trófico a otro (Ochoa-Acunae et al., 2002).

En el hombre, la exposición al mercurio puede generar graves efectos toxicológicos: teratogénesis, déficit en el desarrollo neurológico y comportamiento (Telmer y Veiga, 2008), inflamaciones severas de la piel (Sepúlveda et al., 2007; Collasiol, Pozebon y Maia, 2004), irritación del tracto gastrointestinal y daño hepático severo (Aranda et al., 2008), especialmente cuando hay exposición a formas orgánicas como metilmercurio (MeHg); ampliamente conocido como una sustancia neurotóxica y que ha sido listada por la International Program of Chemical Safety (IPCS) como una de las seis sustancias químicas más nocivas para el medio ambiente (WHO, 1990; Gerbersmann et al., 1997).

Estudios previos han mostrado que el pescado es la principal fuente de exposición al metil mercurio en el hombre. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado la existencia de otros alimentos que podrían estar contaminados por mercurio y generar riesgo de exposición al consumirlos.

Mina Santa Cruz, en el municipio Barranco de Loba, departamento de Bolívar es una zona dedicada a la explotación aurífera. Sus habitantes

en su mayoría son mineros y sus familiares, dedicados a la cría de animales domésticos, especialmente gallinas (*Gallus gallus*), patos (*Cairina moschata*) y cerdos (*Sus scrofa*), lo que pone en riesgo la salud de sus pobladores al presentar estas altas concentraciones del metal pesado (Argumedo, Vidal y Marrugo, 2013).

En esta zona minera la técnica utilizada es la amalgamación en molino que se lleva a cabo a campo abierto. En dicho proceso, una parte de la amalgama se queda en el molino y otra parte sale, siendo parcialmente recuperada por métodos gravimétricos (canaletas, trampas, etc.). Sin embargo, las pérdidas de mercurio en las colas, especialmente en forma de mercurio finamente molido o harina de mercurio son muy altas. Estos residuos que se pierden son los que se dirigen hacia la ciénaga La Redonda, la cual conecta con el río Magdalena, afectando su calidad y la biota acuática (Olivero y Johnson, 2002), que a su vez son aprovechados como fuente de alimento por los animales. Así entonces, los habitantes pueden estar expuestos a concentraciones relativamente altas del metal cuando consumen vegetales, pescados o mariscos contaminados que hacen parte de su dieta alimenticia (Argumedo, Vidal y Marrugo, 2013).

Por otro lado, gran parte de la zona de explotación aurífera en el norte de Colombia se circunscribe sobre la región Mojana, zona de desborde principalmente de los ríos Cauca y San Jorge, incluidas las confluencias de éstos con el río Magdalena (Olivero y Johnson, 2002). Aunque en San Marcos no se ha establecido la minería aurífera a gran escala, sus aguas y suelos han sido contaminados con mercurio procedente del norte de Antioquía y el sur de Bolívar, debido principalmente a las interconexiones generadas por la cuenca del río San Jorge (Olivero y Johnson, 2002). Se cree entonces que su población puede estar vulnerable a la contaminación por mercurio a través de productos de cultivos provenientes de estos sectores contaminados.

Hasta la fecha, son pocos los estudios realizados sobre el grado de contaminación al que están expuestos los habitantes de Mina Santa Cruz y San Marcos por el consumo de alimentos contaminados con Hg por lo que este informe tiene como objetivo evaluar los niveles de exposición a HgT y los riesgos que pueden traer para su salud en los habitantes de ambas zonas de estudio.

## Metodología

### Tipo y sitio de estudio

Este estudio es de tipo descriptivo-exploratorio y se realizó en los municipios de Mina Santa Cruz, ubicado entre los 8° 42' y 8° 45' latitud norte y entre los 74° 10' y 74° 14' longitud oeste, en el municipio Barranco de Loba, Sur de Bolívar y San Marcos (latitud 8° 35' 06" N-Longitud, 75° 07' 16.39" O), localizado al Sur del departamento de Sucre, puerta de entrada a la subregión de la Mojana.

Se realizó en tres fases que se describen a continuación.

### Fase 1. Toma de muestras

Inicialmente se realizó un censo para determinar el número de animales domésticos provenientes del corregimiento Mina Santa Cruz en el departamento de Bolívar. Posteriormente, se visitaron cada una de las viviendas para coleccionar muestras de pelo en cerdos (*Sus scrofa*) y de plumas en gallinas (*Gallus gallus*) y patos (*Cairina moschata*).

En el municipio de San Marcos se obtuvo información sobre los hábitos alimenticios y sitios de procedencia de los alimentos de consumo de la población. Se realizó un análisis clúster que permitió la selección de 20 individuos de los 100 entrevistados, de los cuales se escogieron 4 individuos por rango de edad y 2 por sexo con características similares y con particularidades representativas de la muestra poblacional. Se coleccionaron muestras de alimentos a cada individuo seleccionado, para ello se tuvo en cuenta la frecuencia, cantidad de consumo y los alimentos que han sido reportados en la literatura científica como acumuladores de mercurio. Además, se tomaron muestras de cabello de la parte occipital de la cabeza. Las muestras de alimentos fueron empacadas en bolsas de polietileno de cierre hermético y las de cabello en sobres de papel. Todas las muestras se almacenaron a 4 °C en recipientes de poliestireno expandido y fueron transportadas al laboratorio de Aguas y Química Ambiental de la Universidad de Córdoba.

## Fase 2. Análisis de laboratorio

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron digeridas con soda cáustica para la determinación de Hg inorgánico y con cloruro de cadmio para la determinación de HgT. Posteriormente, las muestras fueron analizadas mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica por vapor frío adaptado de Sadiq et al., (1991) y USEPA (1998), previamente validado en el laboratorio de Aguas y Química Ambiental de la Universidad de Córdoba.

## Fase 3. Análisis de datos

Los datos de concentración de Hg-T de las diferentes muestras fueron presentadas como media +/- error estándar. Para realizar comparación de medias se realizaron t-test y anovas con posttest de Tukey, previa verificación de normalidad (Kolmogorov Smirnov) y homogeneidad de Varianza (Barlet) tomando un grado de significancia  $P < 0.05$ . Para la realización de estos análisis se utilizaron los programas estadísticos Statgraphics centurión versión 15.2.06 e Infostat3.

## Resultados

### Concentración de Hg-T en alimentos consumidos por los habitantes de Mina Santa Cruz y el municipio de San Marcos - Sucre.

La tabla 1 muestra que las concentraciones más altas estuvieron en *S. scrofa* (cerdos) seguido de *G. gallus* (gallinas) con valores intermedios y *C. moschata* (patos) con menos cantidad de HgT.

Esto significa que las especies en estudio están expuestas a una considerable cantidad de mercurio gracias a la actividad minera propia de la zona. Además, el Hg por su gran lipoficidad es un metal que se difunde fácilmente en ellos, lo que permite aumentar su potencial de toxicidad, esto explica por qué las mayores concentraciones se encontraron en los cerdos, una especie caracterizada por su alto contenido de grasa. (Argumedo, Vidal y Marrugo, 2013, p. 374)

**Tabla 1**

*Concentración media de HgT en las diferentes especies y sitios de colecta (Fuente: Argumedo, Vidal y Marrugo, 2013).*

Procedencia de las muestras	[ngHgT/g] Cerdos	[ngHgT/g] Gallinas	[ngHgT/g] Patos
Mina Santa Cruz	8156,9 ± 882,2	3391,9 ± 639,5	1426,5 ± 263,9

La tabla 2 muestra los alimentos del municipio de San Marcos que presentaron acumulación de mercurio. El análisis de varianza ( $p=0,0023$ ) mostró diferencias estadísticamente significativas entre las medias de concentración de HgT de los tipos de carnes de consumo en la población, posiblemente por las diferencias en la exposición al metal como ubicación de las presas y estrategias de alimentación (Argumedo, 2009).

En otros alimentos evaluados como leche de vaca, aceite vegetal, queso, papa, ñame, cebolla roja, huevo, maracuyá, lechuga, pepino, repollo, ají dulce, frijol, cebolla larga, ahuyama, lenteja, limón, cilantro, pimentón y suero no hubo presencia de Hg-T. Esto debido a que la mayoría de estos productos provienen de zonas distintas a San Marcos donde la contaminación del suelo con este metal es mínima o nula.

**Tabla 2**

*Concentración media de mercurio total ( $\mu\text{gHg-T/g}$ ) en alimentos consumidos por los habitantes de San Marcos.*

Alimento	Concentración+/- error estándar
Carne de gallina	0,23 +/- 0,48
Carne de Pisingo	0,09 +/- 0,03
Carne de pato	0,08+/- 0,04
Carne de cerdo	0,06 +/-0,02
Carne de res	0,03 +/- 0,02
Arroz de San Marcos	0,02 +/- *
Yuca	0,01 +/- 0,0002
Maíz	0,01+/- 0,0004

Marrugo y Madero (2011) evaluaron las concentraciones de mercurio en carne de res de la región del San Jorge y del Sinú en el departamento de Córdoba, reportando una concentración de Hg-T en músculo de 0.008

$\pm 0.104 \mu\text{g/g}$ . En este estudio, el 96% de las reses presentaron niveles de metales por debajo de los límites permisibles de México y Europa. A pesar de que los niveles de mercurio se encontraron en los límites permisibles, la evaluación del riesgo basado en el índice de peligrosidad, sugiere que el consumo diario de 100 gramos de productos cárnicos con niveles de 0.08 ppm, podría incrementar el riesgo de envenenamiento a una persona de 70 Kg.

Los vegetales como el arroz, el maíz y la yuca cultivados en San Marcos también presentaron trazas de mercurio en sus tejidos, es importante mencionar que para la determinación de Hg-T en estos alimentos se estudiaron las partes comestibles de las plantas (granos y raíces). El arroz tuvo una concentración de Hg-T de  $0,021 \mu\text{g/g}$ , es el alimento de mayor consumo en la población estudiada (1216,72 g/semanales) lo que puede llegar a constituir un riesgo para la salud los habitantes de este municipio. Barret (2010) en su estudio reportó contaminación de este cereal y de otros productos agropecuarios (carne, maíz y verduras) en cuatro regiones de la provincia de Guizhou, área del interior de China, representando el 89-97% de la exposición a mercurio total. Asimismo, Novoa et al (2008), evaluaron las concentraciones de Hg en diferentes tejidos de plantas de maíz cultivadas en España, encontrándose que las concentraciones de Hg en las hojas fueron significativamente más altas que en otras partes de la planta y, por lo general, se redujo en el orden hojas> raíces> tallos> granos.

### **Concentración de Hg-T en cabello de los habitantes del Municipio de San Marcos – Sucre.**

La mayor concentración de Hg-T hallada en cabello se presentó en el rango de edad de más de 50 años ( $0,91\pm 1,39 \mu\text{g/g}$ ), mientras que el rango de 39-50 tuvo la menor concentración ( $0,18\pm 0,09 \mu\text{g Hg-T/g}$ ) (tabla 3). Sin embargo, la prueba de Kruskal-Wallis (P calculado 0,33) determinó que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas por rangos de edad.

**Tabla 3**  
*Media de concentración de mercurio total en cabello ( $\mu\text{g Hg-T/g}$ ) por rango de edad*

<b>Rangos de Edad</b>	<b>Media Hg-T <math>\mu\text{g/ cabello}</math> +/- error estándar</b>
0-12	0,22+/-0,12
13-24	0,23+/-0,07
25-38	0,87+/-0,84
39-50	0,18+/-0,09
más de 50	0,91+/-1,39

Estudios recientes han reportado que existe una relación directa entre la edad y la concentración de mercurio en cabello **Ping** et al., (como se citó en Argumedo et al., 2013). Sin embargo, la tabla anterior muestra que en este estudio no hubo una relación directa entre las dos variables, lo que indica que posiblemente una cantidad considerable de mercurio en los alimentos consumidos por los habitantes del municipio ha podido ser de Hg inorgánico, que es mucho menos tóxico que el MeHg, cuya tasa de absorción por el cuerpo humano ha sido estimada en sólo el 7% mientras que el 95% de MeHg es asimilado Clarkson y Magos, 2006; OMS 1991 (como se citó en Argumedo et al., 2013).

Según el sexo, los hombres presentaron mayor grado de concentración del contaminante en cabello (tabla 4). No obstante, el Anova evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $P=0,35$ ). Esto posiblemente a la exposición ocupacional de los hombres, así como por la mayor cantidad de consumo de alimentos en relación a las mujeres.

**Tabla 4**  
*Media de concentración de mercurio total en cabello ( $\mu\text{g Hg-T/g}$ ) por sexo.*

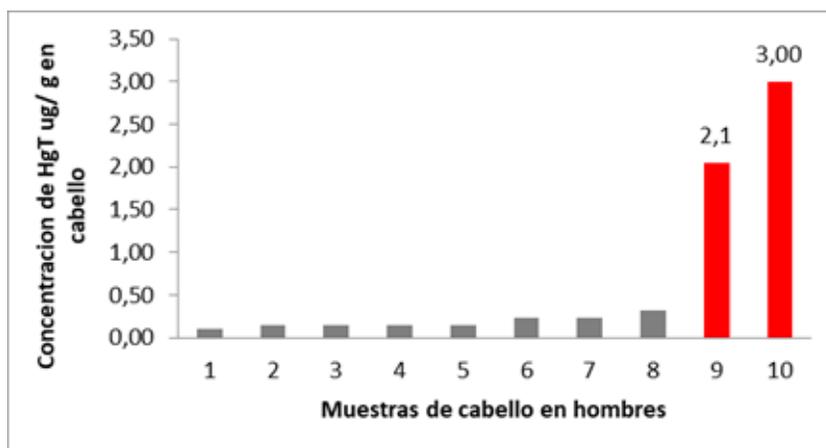
<b>Sexo</b>	<b>Media Hg-T <math>\mu\text{g/ cabello}</math></b>
Hombres	0,64+/-1,02
Mujeres	0,31+/-0,22

Varios estudios han demostrado la relación entre el nivel total del metal en el cabello y sus preferencias alimentarias, encontrando que la concentración de mercurio es más alta entre las personas que prefieren los

peces (3,305 ng/g), seguido por las que prefieren la carne (2,150 ng/g) y la menor entre aquellas que prefieren las verduras y cereales (1,790 ng/g) Eisler (como se citó en Argumedo et al., 2013).

Algunos de los alimentos en estudio pueden influir en la concentración de HgT halladas en las muestras de cabello. Según Burger (como se citó en Argumedo et al., 2013), los mayores niveles de Hg dependen de las concentraciones del metal en los alimentos y no de la cantidad o tamaño. Así la elevada concentración de mercurio en los alimentos está influenciada también por la procedencia de los mismos, lo que indica que entre más contaminación haya en el lugar mayores serán los niveles del metal en los alimentos que hacen parte de la dieta alimenticia de la población (Argumedo et al., 2013)

Al comparar los resultados arrojados del análisis de las muestras de cabello de los individuos en estudio con los límites permisibles establecidos por la OMS (6  $\mu\text{g Hg-T/g}$  para poblaciones que viven en zonas mineras y 2  $\mu\text{g Hg-T/g}$  para los que viven alejados de dichas zonas), se tiene que un 10% de la muestra estudiada sobrepasa el límite (figura 1), lo cual implica ciertos niveles de riesgo en la salud de los habitantes.



**Figura 1.** Concentración de HgT en cabello del sexo masculino.

■ Por encima de los límites de seguridad recomendados por el comité mixto (FAO/OMS) de Hg-T en cabello igual a 2,0  $\mu\text{g/g}$ .

Las concentraciones de mercurio en cabello de los habitantes de San Marcos, son menores que las reportadas en un estudio realizado por Olivero et al (2000) en habitantes de Caimito - Sucre, donde la mayoría de los

datos para el total de personas monitoreadas osciló entre 0,5 y 10  $\mu\text{g Hg/g}$ . Por otro lado, en un estudio realizado en los asentamientos indígenas del Casabe y del Plomo ubicados en el Estado Bolívar en Venezuela, los cuales presentan condiciones geográficas similares al municipio de San Marcos y que son receptores de la contaminación por mercurio debido a la minería aurífera, se reportó una concentración promedio de este metal pesado en cabello de los pobladores de  $6,481 \pm 3,616 \mu\text{g/g}$  para los habitantes de El Casabe y  $5,816 \pm 7,093 \mu\text{g/g}$  para los habitantes de El Plomo. Ambos estudios revelan valores que se encuentran por encima de los datos reportados en la presente investigación y también exceden el límite permisible de mercurio en cabello establecido para habitantes de zonas alejadas de la minería mencionados anteriormente (Olivero et al., 2002).

## Conclusión

A pesar de que el consumo de patos, gallinas y cerdos establecidos en Mina Santa Cruz, representan un riesgo importante a la salud pública, debido a las altas concentraciones acumuladas en sus organismos, la exposición a HgT en los habitantes del municipio de San Marcos por consumo de alimentos fue relativamente bajo. No obstante, el mercurio es un elemento altamente tóxico por lo que se recomienda consumir alimentos totalmente libres o con los menores niveles posibles de este contaminante. Además, tener en cuenta su frecuencia de consumo y su permanente monitoreo en la población.

## Referencias

- Alonso, D., Pineda, P., Olivero, J., González, H., Campos, N. (2000). Mercury levels in muscle of two fish species and sediments from the Cartagena Bay and the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Environ. Pollution*. 109:157-163.
- Aranda, P.R., Gil, R.A., Moyano, S.I.E., De Vito, Martínez L.D. (2008). Cloud point extraction of mercury with PONPE 7.5 prior to its determination in biological samples by ETAAS. *Talanta* 75, 307–311.
- Argumedo, M. (2009). Evaluación de la concentración de mercurio presente en animales domésticos en mina Santa Cruz, Sur de Bolívar.

[Trabajo de grado] Sucre: Departamento de biología, Programa de Biología, Universidad de Sucre.

- Argumedo, M., Consuegra, A., Vidal, J., y Marrugo, J. (2013). Exposición a mercurio en habitantes del municipio de San Marcos (Departamento de Sucre) debida a la ingesta de arroz (*Oryza sativa*) contaminado. *Rev. salud pública*. 15 (6): 903-915
- Barrett, J.R. (2010). Rice is a significant source of methylmercury: research in China assesses exposures. *Environ Health Perspect*. 118(9): a398
- Collasiol, A., Pozebon, D., Maia, S.M. (2004). Ultrasound assisted mercury extraction from soil and sediment. *Anal. Chim. Acta* 518, 157–164.
- Gerbersmann, C.; Heisterkamp, M.; Adams, F.C.; Broekaert, J.A.C. (1997). Two methods for the speciation analysis of mercury in fish involving microwave-assisted digestion and gas chromatography-atomic emission spectrometry. *Anal. Chim. Acta* 350:273–285.
- Marrugo, J.L., y Madero, A. (2011). Detection of heavy metals in cattle, in the valleys of the Sinu and San Jorge rivers, department of Córdoba, Colombia. *Rev.MVZ Córdoba*. 16 (1): 2391-2401.
- Nóvoa, J., Pontevedra, X., Martínez, A., García, E. (2008). Mercury accumulation in upland acid forest ecosystems nearby a coal-fired power-plant in southwest Europe España. *Science of the Total Environment*. 394(2-3): 303-12.
- Olivero, J., Boris, J., Mendoza, C., Olivero, R., Hurtado, R., Paz, R., Gutiérrez, A., Consuegra, A. (2000). Niveles De Mercurio En Muestras Ambientales Y De Cabello En Habitantes Del Sur De Sucre. Resultados publicados en el Libro (El lado gris de la minería del oro: La contaminación con Mercurio en el Norte de Colombia). Universidad de Cartagena.
- Olivero, J., y Johnson, B. (2002). El lado gris de la minería del oro: La contaminación con mercurio en el norte de Colombia. Editorial Universitaria. Colombia.
- Pouilly, M., Pérez, T., Ovando, A., Guzmán, F., Paco, P., Duprey, J., Chinchero, J., Caranza, B., Barberi, F., Gardon, J. (2008). Diagnóstico de la contaminación por el mercurio en la cuenca de Iténez. Procesos biogeoquímicos y bioquímicos, exposición de las poblaciones humanas. Cochabamba Bolivia. WWF Bolivia y pd. Anmi Itenez.

- Sadiq, M., Zaidi, T., Al-mohana, M. (1991). Sample Weight and Digestion Temperature as Critical Factors in Mercury Determination in Fish. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 47:335-341.
- Sepúlveda, L.E., Gallego, L., Agudelo, L.M., Arengas A. (2007). El mercurio, sus implicaciones en la salud y en el ambiente. *Revista Científica Luna Azul*. Universidad de Caldas. ISSN 1909-2474.
- Telmer, K., y Veiga, M.M. (2008). World emissions of mercury from small scale artisanal gold mining and the knowledge gaps about them. In: Pirrone N, Mason R, editors. *Mercury fate and transport in the global atmosphere: measurements, models and policy implications* p. 96–129 [UNEP-United Nations Environ. Programme. Chapter 6].
- USEPA (US Environment Protection agency) (1998). *Mercury Study Report to Congress*.
- WHO (1990). *Environmental Health Criteria 101 (IPCS). Methylmercury*. World Health Organization. Geneva.



## Capítulo 3

# Estado del arte de la concentración de mercurio en alimentos del norte de Colombia

Moisés Hernández<sup>1</sup>  
Karen de Hoyos

### Resumen

---

El objetivo de esta revisión es hacer un análisis de la problemática creciente de la contaminación por Mercurio en la región norte de Colombia; el mercurio (Hg) es uno de los contaminantes más estudiados por su alta toxicidad y gran impacto sobre el ambiente y las personas; la contaminación por este metal pesado está altamente relacionada con la minería del oro, debido a que se requiere del mercurio para amalgamar el metal precioso y facilitar su extracción. En Colombia, la principal zona de explotación aurífera se encuentra entre el noreste de Antioquia y el sur del departamento de Bolívar con más de 12.400 minas en explotación, para el año 2002 la cantidad de mercurio emitida no había sido calculada con exactitud, pero se estimaba entre 80-100 toneladas al año. El área con mayores reportes es el sur del departamento de Bolívar, allí se ha estudiado la concentración de mercurio en sedimentos, agua, peces y humanos; seguida de la subregión de la Mojana, siendo en esta última escaso el conocimiento que se tiene de la problemática. En las dos últimas décadas el uso creciente de este metal ha generado un aumento significativo de la contaminación ambiental, en agua y alimentos, y la incidente intoxicación en humanos. Los principales alimentos reportados son los pescados, *Hoplias malabaricus*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Prochilodus magdalenae*, *Triportheus magdalenae*; y

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agroindustrial, Docente CECAR, Candidato a Ms.C en Ciencias Ambientales, SUE – Caribe sede Universidad de Sucre.

recientemente han reportado mercurio en frutas, aves de corral, cerdo y carne e hígado de ganado vacuno.

**Palabras clave:** Mercurio, Alimentos, Contaminación.

## Introducción

Los metales pesados son un problema creciente de contaminación ambiental a nivel mundial, pues a diferencia de los compuestos orgánicos, estos no pueden ser biodegradados, razón por lo que las concentraciones en los compartimientos ambientales aumentan continuamente (Islam, 2007). Uno de los contaminantes más estudiados por su alta toxicidad y gran impacto sobre el ambiente y la humanidad es el mercurio, el cual está relacionado con alteraciones en el sistema nervioso central (SNC), riñones (nefrotoxicidad), pulmones (asociado con neumonitis intersticial) y daños hepáticos, especialmente cuando hay exposición a formas orgánicas como metilmercurio (MeHg), la cual es una sustancia altamente neurotóxica y que ha sido listada por la International Program of Chemical Safety (IPCS) como una de las seis sustancias químicas más nocivas para el medio ambiente (Who, 1990; Telmer Y Veiga, 2008). Este documento pretende brindar una visión general del estado del conocimiento acerca del mercurio, en el norte de Colombia, como elemento contaminante de la biota así como la concentración de este metal pesado en alimentos, principalmente peces.

## Características fisicoquímicas del mercurio

Los metales pesados son aquellos elementos químicos que presentan una densidad igual o superior a  $5 \text{ g cm}^{-3}$  cuando están en forma elemental, o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo a los metales alcalinos y alcalinotérreos) (Navarro *et al.*, 2007). Estos metales son un problema creciente de contaminación ambiental a nivel mundial (Vidal *et al.*, 2010), y los daños que causan son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las preocupaciones sobre la toxicidad y la salud humana han crecido debido al riesgo de Hg que se encuentra depositado en eco- sistemas y de manera bioacumulado como MeHg en el pescado, esto ha generado esfuerzos para regular las emisiones antropogénicas de ese elemento (Mergler *et al.*, 2007). Dentro de este grupo los principales contaminantes ambientales son el cadmio, el plomo y el mercurio, siendo

este último considerado como uno de los metales pesados de mayor toxicidad (Mancera Y Álvarez, 2006).

El mercurio es un componente natural de la corteza terrestre con un contenido medio de 0,05 mg/Kg, presentando variaciones locales muy significativas. En su estado elemental, es un metal líquido a temperatura ambiente, de color blanco plateado, junto con el cadmio y zinc se ubica en el grupo IIb de la tabla periódica, su estructura cortical externa es 5d<sup>10</sup>, 6s<sup>2</sup> (Academia Nacional De Medicina De Colombia, 2006). Presenta una presión de vapor de 0.00212 mm de Hg, lo cual lo hace volátil y fácilmente distribuible a nivel atmosférico. Este metal posee una alta densidad (13,456 g/ml) y es poco soluble en agua, trayendo como consecuencia su acumulación en los sedimentos de los ecosistemas acuáticos. Las solubilidades de los compuestos de metilmercurio (CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup>) en agua varían en gran proporción y dependen de la naturaleza del anión. Si el anión es nitrato o sulfato, la tendencia del compuesto es a ser iónico, es decir se comporta como una sal, presentando una alta solubilidad en agua (Luna, 2007).

A nivel ambiental el mercurio existe en varias formas químicas: mercurio elemental, Hg<sup>0</sup> (conocido coloquialmente como azogue); mercurio monovalente: ion mercurioso o mercurio (I), (Hg-Hg); mercurio divalente: ion mercúrico o mercurio (II), Hg y las formas orgánicas. Estas últimas son compuestos organometálicos en los cuales el mercurio está unido covalentemente a uno o dos átomos de carbono para formar compuestos del tipo RHgX y RHgR', respectivamente. Donde R y R' son grupos orgánicos, siendo algunos de los compuestos más comunes las sales de metilmercurio (CH<sub>3</sub>HgX), fenilmercurio (CH<sub>6</sub>Hg<sub>3</sub>X), metoxietilmercurio (CH<sub>3</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>HgX) y el dimetilmercurio (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Hg. Entre las propiedades químicas más importantes que caracterizan a las especies de mercurio II o Hg<sup>2+</sup> y las alquilmercúricas RHg<sup>+</sup> se encuentra su alta afinidad por los grupos sulfihídricos de las proteínas para dar complejos muy estables (EPA, 1997; Olivero Y Johnson 2002).

## **El mercurio en el ambiente**

El mercurio, cuya raíz etimológica proviene del latín hydrargyrum, es el único metal líquido a presión y temperatura ambiente, tiene una densidad de 13,546 Gr/ml a 293°K y una presión de vapor a la misma temperatura de 1,22 x 10<sup>-3</sup> mm-Hg (ALVAREZ y ROJAS, 2006). Este elemento se encuentra

presente en el medio ambiente debido a fenómenos naturales o antrópicos, lo que ha permitido su acumulación en la biota, afectando los ecosistemas y la salud del hombre (Falandysz, 2002; Tarras-Wahlberg et al., 2001; Satoh, 2000; Shenker et al., 1998; citados por Olivero Y Jhonson, 2002). Según Clarkson (2002), la principal fuente natural de mercurio la constituyen los volcanes (Molina, Arango Y Serna, 2003), seguida de por la liberación del elemento desde rocas y suelos por meteorización, evaporación o incendios forestales (Pnuma, 2002, Alvarez Y Rojas 2006); por causas antropogenicas una de las principales fuentes es el uso del mercurio en el proceso del beneficio del oro (Malm, 1998; Pacina, Pacina Y Steenhuisen, 2006; Olivero Y Jhonson, 2002), asimismo Fitzgerald (1989) señalan que el aporte antropogenico esta seguido de la combustión de desechos sólidos, el consumo de combustibles fósiles y algunos procesos de otros metales en la actualidad el mercurio, como contaminante ambiental, posee tres aspectos importantes para su análisis toxicológico: riesgo por consumo de pescado, amalgamas dentales y etilmercurio en forma timerosal, molécula antiséptica ampliamente utilizada en vacunas.

Adicionalmente, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –Pnuma (2010) identificó las fuentes antropogénicas de emisión de Hg, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Producción y uso de combustibles/fuentes de energía.
- Producción de metales y metales reciclados.
- Producción de materias primas y productos químicos.
- Procesos y producción de productos de consumo con uso intencional de Hg; uso y disposición de productos y sustancias con contenido de Hg.
- Disposición de residuos rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales.
- Incineración de residuos, hornos crematorios y cementerios

## **Mercurio en el mundo y Colombia**

El mercurio fue la primera sustancia en recibir reconocimiento mundial como contaminante ambiental, después de que grandes cantidades de mercurio inorgánico fueron vertidas a la bahía de Minamata – Japón,

por una fábrica de cloruro de vinilo. Se estima que la fabrica desecho 220 toneladas de mercurio inorgánico entre 1949 y 1953 (Osame Y Takizawa, 2001). Posterior a este depósito el mercurio fue transformado a metilmercurio (MeHg), acumulándose en peces y mariscos, que fueron consumidos por pescadores locales y sus familias, al poco tiempo 121 personas resultaron intoxicadas y 46 murieron (Eto, 2000; Kondo, 2000; Olivero Y Jhonson, 2002).

Otro caso reportado por intoxicación masiva le sucedió a 6530 personas de Irak, entre las cuales 459 fallecieron en el lapso de dos meses. Este nefasto hecho ocurrió al consumir alimentos elaborados con granos de cereales importados que habían sido tratados con metilmercurio como fungicida, (Elhassani, 1982).

En España, la comarca de Almaden, considerada como la productora de la tercera parte del mercurio consumida por las personas en el mundo, se estimada que se han extraído cerca de  $2,5875 \times 10^8$  kilogramos del metal líquido. En la actualidad la cantidad producida por Almaden es dos veces y media superior a la producción de la mina Idria, segunda mina de extracción de mercurio del mundo, y casi cuatro veces superior a la de Monte Amiata, considerada como la tercera mina más grande, las dos minas mencionadas están agotadas, Almaden sigue siendo considerada reserva de mercurio mundial (Luna, 2007).

En América Latina, principalmente en los suelos amazónicos, la existencia de mercurio se atribuye al empleo de este en la amalgamación de oro y plata, producto del envío desde Almaden. Osame Y Takiwaza (2001) estiman que fueron lanzados al ambiente doscientas mil toneladas de mercurio entre 1550 y 1880, asimismo Nriagu et al., (1992) refiere que debido al incremento en la explotación del oro en 1980 se estima que 2000 toneladas de mercurio fueron dispersadas en la Amazonía, durante la misma década, Brasil fue considerado como el primer país productor de Oro en Suramérica, con una producción anual entre 100 y 200 toneladas de oro, de las cuales entre un 70% y un 90% de la producción de oro provinieron de la extracción artesanal (Luna, 2007).

En la región norte de Colombia se estima una incidencia de contaminación con mercurio (Hg) de 50-100 ton/año, la cual está mayormente asociada a la extracción y amalgamación de oro (Marrugo *et*

*al.*, 2008), asociada principalmente a la minería aurífera, de la cual según el censo minero de 2010 se estima que en Colombia hay 14.357 Unidades de Producción Minera -UPM- (Minminas, 2012), de las cuales 4.133 se dedican a la explotación de oro, y de estas 3.584 no tienen título minero. Existen 1.596 UPM en Antioquia, 967 en Bolívar y 33 en Córdoba, sobre este hecho, para el año 2009 se liberaron aproximadamente 345.570 kg de Hg, de los cuales 151.650 kg al suelo; 74.420 kg al aire; 45.400 por tratamiento o disposición; 31.260 kg al agua; 28.190 kg como subproductos o impurezas y 14.650 kg en residuos generales (Gdcon, 2010).

En el desarrollo de los procesos anteriores, se genera el derramamiento directo de grandes cantidades de mercurio a suelos, ríos y en cuerpos de agua como ciénagas y lagunas (Vidal *et al.*, 2010). La volatilización del mercurio usualmente se realiza a campo abierto liberando este contaminante directamente a la atmósfera; además estos procesos son realizados muy cerca de las viviendas de los mineros, de tal forma que las familias respiran gran parte del vapor de mercurio e ingieren alimentos y agua con concentraciones perjudiciales para la salud (Olivero Y Jhonson 2002).

En Colombia, el Instituto Nacional de Salud (2015) reporta zonas con presencia de mercurio, tales como:

- El bajo Cauca y Norte de Antioquia (Remedios, Segovia, Bagre, Zaragoza, Cáceres, Caucasia)
- Sur de Bolívar (San Pablo, San Martín de Loba)
- Sur de Córdoba (Monte Líbano, Ayapel)
- En menor proporción en las zonas de Vetas y California en Santander, el Tambo y Suarez en el departamento del Cauca, en la zona del Occidente de Nariño (Distrito la Llanada, Guachavez, Sotomayor, Samaniego, Barbacoas), en Ginebra y Zaragoza en el Valle del Cauca.
- La Depresión Momposina, la Mojana sucreña, las desembocaduras de ríos Patía, SanJuan y Atrato,
- El sector de Mamonal en Cartagena por una planta de cloroálcali, en el corregimiento de Samaria del municipio de Filadelfia (Caldas) una mina clausurada de Hg y en La Calera (Cundinamarca) en una planta de cemento clausurada.

## Mercurio en alimentos del norte de Colombia

En la región norte de Colombia, Marrugo *et al.*, (2010); Olivero Y Jhonson (2002); Olivero *et al.*, (2004); Marrugo *et al.*, (2007); Marrugo *et al.*, (2010) han reportado de contaminación con Hg en peces provenientes de zonas dedicadas a la minería de oro. El estudio de Olivero Y Solano (1998) señala que la concentración de mercurio en varias especies de peces depende de que tan alta se encuentre ésta en la cadena alimenticia y de sus hábitos alimenticios; ante ello, en especies iliófagas como el Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) las concentraciones de mercurio establecidas son menores, en comparación con especies más altas en la cadena trófica (carnívoras) como el Moncholo (*Hoplias malabaricus*) y Bagre Pintao (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Asimismo, Olivero *et al.* (1997), encontraron en peces del Canal del Dique, similares resultados al comparar la acumulación de mercurio en Arenca (*Triporthus magdalenae*), Bagre Pintao (*Pseudoplatystoma fasciatum*), Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y Barbudo negro (*Rhamdia sebae*), con ello se corrobora lo indicado anteriormente. Adicionalmente, el estudio señala que la mayor concentración de mercurio total la presentó la arenca *T. magdalenae*, que es una especie con hábitos detritívoros-zooplancónicos, al igual que el Viejito (*Curimata magdalenae*), Si bien la alta concentración de mercurio no supero los límites permisibles, los investigadores sugieren a estas especies como indicadores de la contaminación de mercurio, debido al transporte de este metal en los sedimentos que llegan al Canal del Dique y que constituyen el alimento de las especies anteriormente mencionadas.

Olivero *et al.* (1998), encontraron concentraciones bajas en la Ciénaga de Simití, los valores reportados están el orden de 0,25 µg/g, asimismo determinaron que sí existe una diferencia evidente en la acumulación de mercurio entre las especies carnívoras y las fitoplanctónicas, lo cual sugiere que en esta ciénaga el mercurio está siendo biomagnificado en la cadena trófica. En la misma investigación, en la Ciénaga Grande de Achí (río Cauca), Olivero *et al.* (1998), encontraron que las especies ubicadas en los eslabones más altos de la cadena trófica como la Doncella (*Ageneiosus caucanus*), la Mojarra Amarilla (*Caquetaia kraussii*) y el Moncholo (*Hoplias malabaricus*) presentan las concentraciones de mercurio más altas, superando los límites permisibles internacionalmente de la Organización Mundial de la Salud (0,5 µg/g), para el consumo de peces (Who, 1991), llegando a 1,236 µg/g

de mercurio en la Doncella. Cabe destacar que también se establecieron diferencias estadísticamente significativas entre estas especies en distintos períodos climáticos (época de más lluvias y de menos lluvias), siendo mayores durante los más secos. Asimismo, los investigadores determinaron que el consumo de pescado de la Ciénaga de Achí representa un alto riesgo de contaminación por mercurio para los pescadores y sus familias, que tienen como fuente única de proteína los peces de este ecosistema.

Por su parte, en la Ciénaga de Capote en el municipio de Soplaviento (Bolívar, Colombia), se encontraron las concentraciones más bajas de los tres sitios estudiados, lo cual coincide con ser el sitio de referencia o estación blanco por estar ubicada aproximadamente a 290 km de las minas de oro, lo cual explica que la distribución espacial de la concentración de metales en peces está directamente relacionada a la unión entre estos cuerpos de agua y las minas de oro, evidenciando que los procesos de biomagnificación tienen lugar a lo largo de la cadena trófica. Se observó que *Prochilodus magdalenae*, especie de mayor importancia económica, presenta niveles bajos de acumulación, por lo que su consumo representa un riesgo bajo. Olivero Y Johnson (2002), destacan que se detectaron en el sur de Bolívar concentraciones bajas de mercurio en los peces fitoplanctónicos en un rango de 0,015-0,110  $\mu\text{g/g}$  de mercurio (promedio de 0,045  $\mu\text{g Hg/g}$ ), seguido por los peces detritívoros en un rango de 0,013-0,550  $\mu\text{g/g}$  de mercurio (promedio de 0,12  $\mu\text{g Hg/g}$ ). Las concentraciones más altas fueron observadas en peces carnívoros en un rango de 0,030- 1,060  $\mu\text{g/g}$  de mercurio (promedio de 0,24  $\mu\text{g Hg/g}$ ).

Debido a las interconexiones hídricas de la Mojana con los ríos Cauca, San Jorge y Magdalena, la contaminación por mercurio en esta subregión, está explotación de oro ubicada a las márgenes de estos ríos. Olivero Y Jhonson (2002) señalan que la explotación aurífera ubicada en la zona nororiental del departamento de Antioquia y del sur de Bolívar permiten que el metal líquido se incorpore al ecosistema hídrico por deposición atmosférica, luego de la combustión con amalgama oro-mercurio y por la descarga directa de los desechos de la explotación artesanal de oro.

A continuación, y atendiendo a Mancera Y Álvarez (2006), en la tabla 1 se presentan las concentraciones de mercurio en peces del norte de Colombia.

**Tabla 1**  
*Contenido de mercurio en peces del norte de Colombia*

<b>Peces</b>	<b>Cuenca</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Fuentes</b>
Prochilus magdalenae	Mina Santa Cruz (Bolívar)	11 -129 µ/Kg	Olivero y Solano (1998)
	Cuatro Bocas	0,9 - 2,5 µ/g	Ramírez (1993)
	Ciénaga de Lorica	> 0,3 - 0,7 µ/g	Ramírez (1993)
	Ciénagas del bajo magdalena	< 0,2 µ/g	Olivero y Jhonson (2002a)
	Ciénaga Grande de Achí	> 0,2 µ/g	Olivero y Jhonson (2002)
	Río San Jorge (Caimito - Sucre)	< 0,10 µ/g	Paz (2000)
	Ciénaga de Caimito - Sucre	0,076 µ/g	Olivero y Jhonson (2002)
	Ciénaga de Ayapel	0.130±0.056 µg/g	Marrugo, Lans y Benítez (2007)
	Ciénaga grande (Río Cauca)	0,019 - 0,226 µ/g	Olivero et al. (1998)
	Ciénaga de Simití (río magdalena)	nd - 0,194 µ/g	Olivero et al. (1998)
	Ciénaga de Ayapel	0,151 µ/g	Marrugo, Gracia y Albis (2010)
	Región Mojana	0.106 ± 0.057 µ/g	Marrugo et al. (2008)
	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	nd - 0,045 µ/g	Olivero et al. (1998)

<b>Peces</b>	<b>Cuenca</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Fuentes</b>
Hoplias malabaricus	Río Caribona - Río Cauca	> 0,5 µ/g	Olivero et al. (2001)
	Mina Santa Cruz (Bolívar)	322 µ/g	Olivero y Solano (1998)
	Ciénaga de San Marcos	< 0,3 - 2,1 µ/g	Ramírez (1993)
	Ciénaga de Ayapel	< 0,3 - 1,3 µ/g	Ramírez (1993)
	Ciénaga Grande de Achí	0,740 - 1,122 µ/g	Olivero y Jhonson (2002) Olivero et al. (1998)
	Ciénagas del bajo magdalena	hasta 1,0 µ/g	Olivero y Jhonson (2002a)
	Río San Jorge (Caimito - Sucre)	0,297 µ/g	Olivero y Jhonson (2002)
	Ciénaga de Ayapel	0,457 µ/g	Marrugo, Gracia y Albis (2010)
	Ciénaga de Simití	0,081 - 0,391 µ/g	Olivero et al. (1998)
	Ciénaga de Ayapel	0.315±0.110 µ/g	Marrugo, Lans y Benítez (2007)
	Región Mojana	0.278 ± 0.155 µ/g	Marrugo y Olivero (2008)
	Ciénaga de Capote	0,052 - 0,119 µ/g	Olivero et al. (1998)
Leporinus muyscoruma	Ciénaga de Ayapel	0,222 ± 0,030 µ/g	Marrugo, Gracia y Albis (2010)
	Región Mojana	0.341 ± 0.106 µ/g	Marrugo y Olivero (2008)
	Ciénaga de Ayapel	0.261±0.104 µ/g	Marrugo, Lans y Benítez (2007)
	Río Caribona-Río Cauca	>0,50 µ/g	Olivero et al. (2001)

<b>Peces</b>	<b>Cuenca</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Fuentes</b>
Ageneiosus caucanus	Ciénaga Grande de Achí	0,231-1,236 µg/g	Olivero y Johnson (2002a, 2002b)
	Río San Jorge (Caimito - Sucre)	0,381 µg/g	Olivero y Johnson (2002)
	Región Mojana	0.512 ± 0.158 µ/g	Marrugo et al. (2008)
	Ciénaga de Ayapel	0.504±0.103 µg/g	Marrugo, Lans y Benítez (2007)
	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	0,045-0,107 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Mina Santa Cruz (Bolívar)	nd-221 µg/Kg	Olivero y Solano (1998)
Curimata magdalenae	Río Caribona-Río Cauca	0,23 a 0,50 µg/g	Olivero et al. (2001)
	Río San Jorge	0,4-0,9 µg/g	Ramírez (1993)
	Región Mojana	0.092 ± 0.039 µ/g	Marrugo et al. (2008)
	Ciénaga Grande (río Cauca)	0,082-0,240 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Región Mojana	0.186 ± 0.025 µ/g	Marrugo et al. (2008)
Curimata mivartii	Mina Santa Cruz (Bolívar)	31-38 µg/Kg	Olivero y Solano (1998)
	Ciénaga Grande (río Cauca)	0,017-0,195 µg/g	Olivero et al. (1998)

Peces	Cuenca	Mercurio	Fuentes
Triportheus magdalenae	Río Caribona-Río Cauca	0,23 a 0,50 µg/g	Olivero et al. (2001)
	Mina Santa Cruz (Bolívar)	37-180 µg/Kg	Olivero y Solano (1998)
	Canal del Dique	26-219 µg/Kg	Olivero et al. (1997)
	Región Mojana	0.341 ± 0.106 µg	Marrugo et al. (2008)
	Ciénaga Grande (río Cauca)	0,044-0,766 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	0,030-0,135 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Canal del Dique	17-129 µg/Kg	Olivero et al. (1997)
Pseudoplatystoma fasciatum	Ciénagas del bajo Magdalena	hasta 1,0 µg/g	Olivero y Johnson (2002a)
	Ciénaga de Simití (Río Magdalena)	0,065-0,180 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Cienaga de Ayapel	0,51 ± 0,075 µg/g	Marrugo, Gracia y Albis (2010)
	Región Mojana	0.413 ± 0.085 µg	Marrugo et al. (2008)
	Ciénaga de Ayapel	0.423±0.113 µg/g	Marrugo, Lans y Benítez (2007)
	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	0,060-0,110 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Región Mojana	0.395 ± 0.217 µg	Marrugo et al. (2008)
Rhamdia sebae	Canal del Dique	9-102 µg/Kg	Olivero et al. (1997)
	Mina Santa Cruz (Bolívar)	29-50 µg/kg	Olivero y Solano (1998)
Aequides pulcher	Ciénagas del bajo Magdalena	hasta 1,0 µg/g	Olivero y Johnson (2002a)

<b>Peces</b>	<b>Cuenca</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Fuentes</b>
	Río San Jorge (Caimito - Sucre)	0,315 µg/g	Olivero y Johnson (2002b)
	Región Mojana	0.390 ± 0.203 µg/g	Marrugo et al. (2008)
	Río Caribona-Río Cauca	>0,50 µg/g	Olivero et al. (2001)
	Mina Santa Cruz	40-230 µg/g	Olivero y Solano (1998)
Caquetaia kraussii	Ciénaga Grande de Achí	0,359-1,057 µg/g	Olivero et al. (1998), Olivero y Johnson (2002b)
	Ciénaga de Ayapel	0.401±0.109 µg/g	Marrugo, Lans y Benitez (2007)
	Ciénaga de Simití (Río Magdalena)	0,065-0,180 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	0,060-0,110 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Mina Santa Cruz	195 µg/kg	Olivero y Solano (1998)
Plagioscion magdalenae	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	0,037-0,187 µg/g	Olivero et al. (1998)
Plagioscion magdalenae	Río San Jorge (Caimito - Sucre)	0,311 µg/g	Olivero y Johnson (2002b)
	Ciénaga de Simití (Río Magdalena)	0,118-0,292 µg/g	Olivero et al. (1998)

Peces	Cuenca	Mercurio	Fuentes
Sorubim cuspicaudus	Ciénaga de Ayapel	0.330±0.070 µg/g	Marrugo, Lans y Benítez (2007)
	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	0,059-0,112 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Región Mojana	0.465 ± 0.091 µ/g	Marrugo et al. (2008)
	Cienaga de Ayapel	0,743 ± 0,197 µg/g	Marrugo, Gracia y Albis (2010)
	Río San Jorge (Caimito - Sucre)	0,363 µg/g	Olivero y Johnson (2002b)
	Ciénaga Grande (río Cauca)	0,046-0,241 µg/g	Olivero et al. (1998)
Pimelodus clarias	Ciénaga de Simití	0,027-0,097 µg/g	Olivero et al. (1998)
	Ciénaga de Capote (Río Magdalena)	0,017-0,121 µg/g	Olivero et al. (1998)
Petenia kraussi	Ciénaga de Ayapel	0,283 ± 0,01 µg/g	Marrugo, Gracia y Albis (2010)
	Ciénaga de Ayapel	0,684 ± 0,199 µg/g	Marrugo, Gracia y Albis (2010)
Plagioscion surinamensis	Ciénaga de Ayapel	0.277±0.132 µg/g	Marrugo, Lans y Benítez (2007)
	Región Mojana	0.307 ± 0.126 µ/g	Marrugo et al. (2008)

**Fuente:** Mancera y Ricardo (2006) y los autores con base a artículos publicados.

El estudio adelantado por SAUMETH (2010), en Mina Santa Cruz (corregimiento de Barranco Loba – Bolívar), reporta concentraciones de mercurio en las frutas: Naranja (NC), Guayaba (*Psidium guajava*) y Almendro (*Terminalia cattapa*), si bien las concentraciones reportadas no tienen establecido un límite mínimo permisible, el hecho que se encuentre mercurio en dichos alimentos representa un riesgo a la salud humana en cuanto a la particularidad del mercurio para bioacumularse hasta alcanzar niveles críticos y afectar a la población humana, (Ver tabla 2). García Y Dorronsor (2005) señalan que todos los frutos pueden concentrar mercurio, debido a la absorción por las plantas, lo que genera otra fuente

de exposición indirecta a los seres humanos, acrecentando el proceso de biomagnificación, debido a la ocupación del último nivel en la cadena trófica de los seres humanos.

**Tabla 2**  
*Concentración de mercurio en frutos de Mina Santa Cruz – Sur de Bolívar*

Fruto	Concentración de Hg total (ng/g)	Valor promedio de la concentración de HgT (ng/g)
Almendro	4535,2	907.04 ± 769.2
Naranja	2425,5	485.1 ± 367.3
Guayaba	2555,8	511.16 ± 248.9

Fuente: Saumeth (2010)

En el mismo sitio de estudio de la investigación de Saumeth (2010); Argumedo *et al.*, (2013) reportan concentración de mercurio total (HgT) en animales domésticos destinados a consumo humano, cerdos (*Sus scrofa*), gallinas (*Gallus gallus*) y patos (*Cairina moschata*), las concentraciones encontradas se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3**  
*Concentración de mercurio en animales domésticos de Mina Santa Cruz – Sur de Bolívar*

Procedencia de las muestras	[ngHgT/g] Cerdos	[ngHgT/g] Gallinas	[ngHgT/g] Patos
Mina Santa Cruz	8156,9 ± 882,2	3391,9 ± 639,5	1426,5 ± 263,9
Sincelejo	426,79 ± 49,2	448,7 ± 55,6	268,4 ± 24,6

Fuente: Argumedo *et al.*, (2013)

Asimismo, Madero Y Marrugo (2010) reportan concentraciones de mercurio en músculo e hígado de ganado vacuno en el orden de (0.008–0.104 µg/g) y (0.003–0.110 µg/g) respectivamente, estas concentraciones son superiores a las registradas por otros autores y aunque los valores promedios de concentración de mercurio no representan riesgo para la salud humana, el índice de peligrosidad (HI) estimado por los autores, para el consumo tanto de músculo como de hígado con las concentraciones máximas de Hg registradas por el estudio, muestra un riesgo ligeramente incrementado para la salud de las personas.

## Riesgos en salud pública por exposición al mercurio

La toxicidad del mercurio depende de su forma química y, por lo tanto, los síntomas y signos varían según se trate de exposición al mercurio elemental, a los compuestos inorgánicos de mercurio, o a los compuestos orgánicos de mercurio. De acuerdo a muchos de los resultados obtenidos por los investigadores, que han estudiado la problemática de la contaminación por mercurio, la principal exposición humana es al mercurio elemental ( $Hg^0$ ) y a los compuestos inorgánicos ( $Hg^{2+}$ ), debido a las actividades mineras, características de las zonas estudiadas.

La exposición a  $Hg^0$  y  $Hg^{2+}$  se presentan principalmente por inhalación de los vapores del metal (entre 80 - 90%) cuando la amalgama mercurio-oro obtenida es calentada a altas temperaturas y a campo abierto, liberando el tóxico metálico en forma de vapor directamente a la atmósfera. Los compuestos inorgánicos de mercurio se pueden absorber entre un 10 - 20%, causando efectos adversos en la salud humana, principalmente porque el mercurio es un metal con capacidad para bioconcentrarse en los organismos vivos y biomagnificarse a través de la cadena alimenticia, lo que significa que las mayores concentraciones del metal estarán en el hombre por ser el último en la red trófica.

Asimismo, la exposición a metilmercurio en humanos proviene casi exclusivamente del consumo de pescado y de animales expuestos a altas concentraciones de mercurio. Varios estudios han demostrado la relación entre el nivel total del metal en el cabello y sus preferencias alimentarias, encontrando que la concentración de mercurio es más alta entre las personas que prefieren los peces (3.305 ng/g), seguido por las que prefieren la carne (2.150 ng/g) y la menor entre aquellas que prefieren las verduras (1.790 ng/g) (Kales y Goldman, 2002).

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) la concentración de mercurio que puede ser consumida diariamente a lo largo de la vida sin que se presente ningún efecto adverso es de 0.1 ng Hg/g de peso corporal/día

## Conclusión

La contaminación por mercurio en diferentes alimentos consumidos por la población de la región caribe de Colombia demuestra que existe un riesgo para la salud de los mismos, principalmente por el consumo de ciertas especies provenientes de las cuencas hidrográficas estudiadas.

La principal fuente de exposición a mercurio total y metilmercurio es el consumo de pescado y el riesgo aumenta en la medida en que sean consumidas mayormente especies carnívoras. Hecho que se agrava debido a la posición en el nivel trófico de los humanos, por cuanto el mercurio se bioacumula y al final llega al ser humano sea en carne bovina, peces o frutas, que provengan de zona contaminada con este metal pesado.

Las principales cuencas hidrográficas estudiadas están al sur del departamento de Bolívar, seguida de la ciénaga de Ayapel, en el departamento de Córdoba y la ciénaga de Caimito en el departamento de Sucre. Cada uno de los estudios señala que la principal fuente de proteína son los pescados, por lo que no puede cambiarse este hábito cultural y alimenticio de las poblaciones, por tanto se debe enfocar esfuerzos en mitigar o disminuir la presencia de mercurio en la biota del norte de Colombia.

## Agradecimientos

El presente artículo se genera a partir del desarrollo de la investigación titulada EXPOSICIÓN A MERCURIO EN HABITANTES DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS, SUCRE – COLOMBIA, DEBIDO A LA INGESTA DE ALIMENTOS CONTAMINADOS, realizada en el marco de la Maestría en Ciencias Ambientales del Sistema de Universidades Estatales del Caribe – SUR Caribe, sede Universidad de Sucre.

## Referencias

- ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA, (2006). Seminario internacional sobre clínica del mercurio. Memorias. Bogotá D.C. Kimpres.
- Álvarez, L.; Rojas, L. (2006). Presencia de mercurio total en habitantes de los asentamientos indígenas el casabe, municipio autónomo Raúl Leoni y el plomo, municipio autónomo Manuel Carlos Piar – estado Bolívar. Saber, Universidad de Oriente, Vol. 18 N° 2: 161 - 167

- Álvarez, R. (2009). Efectos del aprovechamiento de metales preciosos en Colombia: Los metales pesados en las aguas continentales, estuarias y marinas. Presentación en el segundo congreso internacional sobre geología y minería en la ordenación del territorio y en el desarrollo. *Revista Utrillas* (6): 67 – 84.
- Argumedo, M., Vidal, J., Marrugo, J. (2013). Mercurio total en animales domésticos en mina Santa Cruz, Sur de Bolívar – Colombia. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 5 (2): 366-379, 2013.
- Elhassani, S. (1982). The many faces of methylmercury poisoning. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 19 (8): 875 - 906.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1997. Mercury Study Report to Congress. Chicago: Environmental Protection Agency. p. 171.
- Eto, K. (2000). Minamata disease. *Neuropathol.* 20:Suppl:S14-19.
- Fitzgerald, W. (1989). Atmospheric and oceanic cycling of mercury. In: Riley, J., Chester, R. (Eds.), *Chemical Oceanography*. Academic Press, New York, pp. 151–186.
- GDCON. (2010). Cuantificación de liberaciones antropogénicas de mercurio en Colombia, Cálculos y cuantificaciones para el año 2009. Medellín, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia y la Universidad de Antioquia; p. 81.
- Hinton, J. (2002). Earthworms as a bioindicator of mercury pollution in an artisanal gold mining community. Cachoeira do Piriá, Brazil. Master thesis. University of British Columbia, Canada: 140 - 198.
- Kales, S.; Goldman, R. (2002). Mercury exposure: current concepts, controversies, and a clinic's experience. *J. Occup. Environ. Med.* 44(2):143-154.
- Kondo, K. (2000). Congenital Minamata disease: warnings from Japan's experience. *J. Child Neurol.* 15(7):458-464.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. 2015. documentos de evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos: Evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia. ISBN: 978-958-13-0173-7. Bogotá, D.C.

- Islam, E., et al. (2007). Assessing potential dietary toxicity of heavy metals in selected vegetables and food crops. *Journal of Zhejiang University*. 8: 1-13.
- Luna, S. (2007). Exposición a mercurio de mujeres y niños de comunidades indígenas del río Beni (Bolivia), con relación a problemas de la salud (malnutrición, paratuberculosis, anemia) endémicos en el área. *Universidad Mayor de San Andrés*: 12 – 27.
- Malm, O. (1998). Gold Mining as a Source of Mercury Exposure in the Brazilian Amazon. *Environ. Research Section A*. 77: 73 – 78.
- Madero, A.; Marrugo, J. (2011). Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. MVZ Vol. 16 (1)*: 2391-2401.
- Marrugo, J.; Gracia, L.; Alvis, E. (2010). Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba. *Revista Facultad Nacional De Salud Pública* . v.28 fasc.2: 118 – 124.
- Marrugo, J.; Lans, E.; Benítez, L. (2007). Hallazgo de mercurio en peces de la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 12 (1): 878-886.
- Marrugo, J.; Olivero, J. Lans, E.; Benítez, L. 2008. Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana of Colombia. *Environmental Geochemistry And Health*. 30(1): 21 – 30.
- Marrugo, J.; Benítez, L.; Olivero, J. (2008). Distribution of Mercury in Several Environmental Compartments in an Aquatic Ecosystem Impacted by Gold Mining in Northern Colombia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 55(2):305-16.
- Molina, C.; Arango, C.; Serna, M. (2003). Mercurio: Implicaciones en la salud y el medio ambiente. *Rev. De Toxicología en Línea* 44(2): 7 – 15.
- Mancera, N.; Álvarez, L. (2006). Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. *Rev. Acta Biologica Colombiana*. Vol 11 No 1: 3 – 23.
- Mergler, D.; Anderson, H.; Chan, L.; Mahaffey, K.; Murray, M.; Sakamoto, M. (2007). Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. *Rev. Ambio*. 36 (1): 3-11

- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (2012). Censo minero departamental colombiano 2010 – 2011. ISBN 978-958-98603-5-9. Bogotá, DC.
- Navarro, I.; Aguilar, A.; López J. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Ecosistemas*. 16 (2): 10-25.
- Nriagu, J.; Pfeiffer, W.; Malm, O.; Magalhaes, C.; Mierle, G. (1992). Mercury pollution in Brazil. *Nature*. 356(6368):389.
- Olivero, J.; Johnson, B.; Mendoza, C.; Paz, R.; Olivero R. (2004). Mercury in the Aquatic Environment of the Village of Caimito at the Mojana Region, North of Colombia. *Water, Air, & Soil Pollution*. 159(1):409-20.
- Olivero, J.; Johnson, B. (2002). El lado gris de la minería del oro: La contaminación con mercurio en el norte de Colombia. Editorial Universitaria. Colombia.
- Olivero, J.; Solano B. (1998). Mercury in Environmental Samples From a Waterbody Contaminated by Gold Mining in Colombia, South America. *The Science of the Total Environment*. 217: 83 - 89.
- Olivero J, Solano B, Acosta I. (1998). Total Mercury in Muscle of Fish From Two Marshes in Goldfields, Colombia. *Bull Environ Contam Toxicol*. 61: 182 - 187.
- Olivero J, Navas V, Pérez A, Solano B, Acosta I, Argüello E, Salas R. (1997). Mercury Levels in Muscle of Some Fish Species From the Dique Channel. *Bull. Environ Contam Toxicol*. 58: 865-870.
- Osame, M.; Takiwaza, Y. (2001). A brief introduction to Minamata disease. In Y Tikawaza and M Osame (eds): *Understanding of Minamata disease. Methylmercury poisoning in Minamata and Niigata Japan*. Tokyo: Japan Public Health Association: 33 – 49.
- Pacyna, E.; Pacyna, J.; Steenhuisen, F. (2006). Global anthropogenic mercury emission inventory for 2000, *Atmos. Environ*. 40: 4048 – 4063.
- PAZ R. 2000. Evaluación de la contaminación con mercurio en peces, sedimentos superficiales y macrófitas en ciénagas del bajo San Jorge, Caimito (Sucre). [Trabajo de grado] Cartagena: Facultad de Química y Farmacia, Universidad de Cartagena..

- PNUMA. (2010). Evaluación Mundial Sobre El Mercurio. Ginebra, Suiza: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Available from: <http://www.chem.unep.ch/mercury/GMA%20in%20F%20and%20S/final-assessment-report-Nov05-Spanish.pdf>.
- Ramos, C.; Estévez, S.; Giraldo, E. (2000). Nivel de contaminación por metilmercurio en la región de la Mojana. Universidad de los Andes. A.A. 4976. Bogotá: 1 – 6.
- Ramírez, A. (1993). Oleoducto Vasconia-Coveñas: Estudio de línea base, componentes biológicos y fisicoquímicos de los ecosistemas acuáticos. ECOPETROL /ICP/Oleoducto de Colombia S.A./Biología Aplicada/Ecology Ltda. Bogotá (Colombia). Informe final.
- Saumeth, J. (2010). Evaluación de la concentración de mercurio en tejido vegetal de especies frutales ubicadas en cercanía de la mina santa cruz- sur de bolívar. Universidad del Atlántico.
- Telmer, K.; Veiga, M. (2008). World emissions of mercury from small scale artisanal gold mining and the knowledge gaps about them. In: Pirrone N, Mason R, editors. Mercury fate and transport in the global atmosphere: measurements, models and policy implications: 96–129 [UNEP-United Nations Environ. Programme. Chapter 6].
- UPME (Unidad de Planeación Minera Energética). (2001). Estadísticas minero energéticas. Edición No. 13. Bogotá: 220 - 225.
- Vidal, J.; Marrugo, J.; Jaramillo, B.; Pérez, L. (2010). Remediación de suelos contaminados con mercurio utilizando guarumo (*Cecropia peltata*). En Revista Ingeniería y desarrollo. ISSN: 0122-3461 No. 27, pp. 113-129.
- WHO. (1990). Environmental Health Criteria 101 (IPCS). Methylmercury. World Health Organization. Geneva.



## Capítulo 4

# Evaluación de la oferta y comercialización de la carne de res en los expendios de la ciudad de Sincelejo

Angélica María Aguirre Bertel  
Andrea Paola Baquero Tobías  
Luty Gomez CÁCERES Pérez

### Resumen

---

La seguridad de los alimentos es una preocupación permanente a la hora de consumir productos como la carne, debido a que en los lugares de comercialización no se tienen las prácticas adecuadas que garanticen la calidad y conservación del mismo. Es común encontrar puntos de comercialización de este tipo de producto que no cumplen con el mínimo de condiciones para realizar esta actividad, lo que pone en riesgo la calidad e inocuidad del alimento. En esta investigación se tuvo como objetivo, la evaluación de las condiciones de oferta y comercialización de la carne de res en los expendios de la ciudad de Sincelejo, para lo cual se diseñó una encuesta con variables como aspectos técnicos, mercado y conocimiento del personal. De lo anterior, se obtuvo que los establecimientos comercializadores de carnes de res de la ciudad presentan canales informales que no cumplen con las normas básicas de inocuidad y con sacrificios en condiciones sanitarias cuestionables donde no se conserva la línea de frío durante la cadena de comercialización del alimento. Por lo tanto, se concluye que los procesos de comercialización no garantizan la conservación e inocuidad del producto.

**Palabras clave:** Carne de res, comercialización, inocuidad, calidad.

## Introducción

La carne es un alimento que aporta valiosos nutrientes dentro de la dieta del ser humano. Sus niveles de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes son esenciales para el crecimiento y el desarrollo (FAO, 2015). Este alto valor nutricional hace que sea un alimento perecedero por lo que el manejo y conservación es de este producto es fundamental para garantizar su calidad microbiológica y su valor nutricional.

En la cadena de comercialización la calidad del producto está determinada por las condiciones de infraestructura, los procesos operativos y los sistemas de aseguramiento de calidad implementados en toda la cadena de producción

En Colombia según cifras de la Contraloría General de la República la mayoría de las plantas presentan incumplimientos a la normatividad sanitaria y ambiental que les atañe (Conpes, 2010). Atendiendo a esta problemática general y reconociendo que los controles descritos en el documento de Principios Generales del Codex Alimentarius (Codex Alimentarius, 2005), son fundamentales para asegurar que los alimentos sean inocuos y aptos para el consumo, Colombia a través del decreto 3075 de 1997 y sus actualizaciones generadas en la resolución 2076 de 2013 del Ministerio de salud y Protección Social (Decreto 3075, 1997), normaliza el cumplimiento de estos requisitos (Ministerio de Salud, 2014) y lo hace específico para la cadena cárnica en la resolución 2905 de 2007 (Resolución 2905, 2007).

La manipulación inadecuada en los procesos de comercialización de la carne, en Sincelejo, se ve reflejada cuando se analiza el cumplimiento de la legislación nacional dirigida al manejo de alimentos, cuyas principales características se encaminan a la preservación de las cualidades nutricionales y a mantener o aumentar la vida útil de los productos, buscando como fin garantizar la salud del consumidor.

Los limitantes de este eslabón son la baja escala de operación en la mayoría de las plantas de sacrificio; alta dispersión geográfica de las plantas; concentración del sacrificio en zonas de consumo y no de producción; bajo nivel de capacitación de personal empleado; escasa implementación de sistemas automatizados de control de producción y trazabilidad; bajo

nivel de actualización tecnológica en el proceso de beneficio y debilidad en la inspección oficial debido a la carencia de recursos humanos y técnicos (Polania, 2012). No se cuenta con infraestructura básica rural que soporte los niveles de crecimiento requeridos; carecemos de una institucionalidad pública suficientemente sólida en aspectos críticos como el sanitario y el de inocuidad de alimentos; los créditos y mecanismos de capitalización rural son deficientes; hacen falta sistemas de trazabilidad aceptados a nivel internacional; es necesario racionalizar la estructura de costos de la ganadería y una mayor integración de la cadena (Fedegán, 2006). Hoy por hoy en Colombia y en la ciudad de Sincelejo la venta de carne de res se da principalmente por canales informales que no cumplen con las normas básicas de inocuidad y con sacrificios en condiciones sanitarias cuestionables (Delgado, Cedeño, Montes de Oca, & Villoch, 2015); donde se expone el producto a cambios de temperatura, no garantizándose la cadena de frío el producto. Sin embargo existen algunos expendios de carnes legales que cuentan con el permiso para ejercer esa actividad, pero algunos de estos también presentan un manejo inadecuado del producto. Es conocido que en la ciudad de Sincelejo, existe una cultura de informalidad en la comercialización y consumo de la carne, lo cual incrementa los riesgos, dificulta la implementación de la norma y aún más cuando estos sistemas informales de producción, comercio y transformación, suelen ser los proveedores principales de las poblaciones menos favorecidas, quienes refugiados en precios aparentemente bajos, asumen los riesgos (Castellanos, Villamil, & Romero P., 2004). Además a pesar de esta información, existen pocos elementos de diagnóstico y de evaluación para el desarrollo de un estudio sanitario, legal, técnico, ambiental, económico y organizacional que posibilite la conformación de una cadena de frío que busque eliminar el comercio tradicional (Guarin, 2008) e imponer una nueva cadena de frío en la industria de la carne en el municipio. Por tal motivo el objetivo de este trabajo es evaluar las condiciones de oferta y comercialización de la carne de res en los expendios de la ciudad de Sincelejo.

## **Materiales y métodos**

La investigación se desarrolló en la ciudad de Sincelejo del departamento de Sucre, en los establecimientos comercializadores de carne de res. La metodología utilizada es de tipo cuantitativa-descriptiva, la unidad de análisis fueron los expendios de carne registrados legalmente y las condiciones de venta del producto ofrecido al consumidor final.

Las variables consideradas para la evaluación de la oferta y comercialización fueron: Mercado, aspectos **técnicos**, conocimiento del personal.

### **Fase I: Diseño y validación de los instrumentos de medición a los expendios de carne**

Se diseñó una encuesta teniendo en cuenta los siguientes aspectos: Nombre del expendio de carne, horario de atención, dirección, barrio, estrato y comuna del expendio de carne, número de personas que trabajan.

Además, se recolecto información sobre el tipo de carne que se expende, el proveedor de carne de res, la cantidad de carne de res que adquieren diario y semanalmente, estado de la carne al recibirla, la periodicidad de abastecimiento de la carne de res, la categoría de la carne que se ofrece, el valor de venta de la carne de res, la presentación de la carne, el tipo y capacidad de refrigeración utilizada, el medio de transporte para movilizar la carne, el almacenamiento de la carne, el conocimiento sobre buenas prácticas de manufactura y sobre cadena de frío.

De igual forma, se diseñó y se realizó, paralelo a la encuesta un perfil sanitario basado en el decreto 3075 de 1997 en donde se evaluaron aspectos como: instalaciones físicas y sanitarias de los expendios de carnes, condiciones de saneamiento, condiciones del área de preparación de alimentos, equipos y utensilios utilizados, condiciones de manejo, preparación y servicio, personal manipulador, condiciones de conservación y manejo de los productos y el aspecto de salud ocupacional.

Los instrumentos de medición fueron validados después de haber encuestado y evaluado a dos expendios de carnes y se realizaron los ajustes necesarios para su posterior aplicación.

## **2.2 Fase II: Aplicación de la encuesta y el perfil sanitario**

Para la aplicación del instrumento de medición se encuestó a los propietarios y administradores de los establecimientos, cuando era necesario se realizaba la verificación con los trabajadores. Paralelo a la encuesta se aplicó el perfil sanitario, usando el formato de perfil sanitario, que está basado en el decreto 3075 de 1997.

Una vez diligenciado las encuestas y los perfiles sanitarios se diseñaron planillas en Excel para sistematizar la información y hacer los análisis respectivos.

## **2.3. Fase III: Análisis de la información y redacción de resultados**

Luego de sistematizada la información se procedió a la construcción de gráficos y tablas, lo que permitió analizar los datos arrojados por cada una de las encuestas y perfiles sanitarios hechos a cada expendio.

## **Resultados y discusión**

En Sincelejo es común que la venta de carne se realice de manera informal por lo que es posible encontrar lugares improvisados y no adecuados que comercializan carne. En la mayoría de veces esta situación es producto de haber sacrificado una res en una finca o patio sin ningún cumplimiento de la reglamentación. El 37,4% de los establecimientos registrados ante cámara de comercio se encuentran localizados en estrato social medio. En barrios con gran flujo vehicular y movimiento de actividades comerciales. En el pabellón de carne del Mercado Público de Sincelejo, solo el 5% de los expendios que lo constituyen cuentan con registro mercantil.

Sin embargo, aunque los establecimientos que fueron unidad de análisis en esta investigación presentan registro de cámara de comercio, el 80% no se encuentran constituidos como empresa, lo que se pudo evidenciar al no tener definido una estructura organizacional y una planeación estratégica; lo anterior, es muestra de la cultura de informalidad de los comerciantes de la ciudad. Alejandro Guarín en su artículo “Carne de Cuarta para Consumidores de Cuarta” indica que la informalidad es causante de dos fenómenos aparentemente contradictorios, el alto precio

de la carne que se forma a lo largo de una cadena extensa, poco productiva y poco eficiente y la incorporación de carne de mala calidad sacrificada en condiciones sanitarias cuestionables (Guarín, 2008).

Los establecimientos cuentan con una infraestructura pequeña, que contempla un espacio de almacenamiento del producto y una sala de venta; así mismo con un número bajo de empleados que oscilan en un rango entre 3 – 4 personas, distribuidos en cargo de administrador y dos o tres vendedores. Además, la falta de formalidad determina que los trabajadores que laboran en los expendios visitados, no estén vinculados a un sistema de seguridad social, como tampoco a programas y sistemas de seguridad y salud en el trabajo que ayuden a mitigar los riesgos a los que están expuestos al manipular equipos y maquinarias cortantes.

En lo referente al tipo de carne que se comercializa en estos establecimientos, se obtuvo que el 38% de los expendios se dedican exclusivamente a la venta de carne de res, mientras que el 62% venden más de un tipo de carne, entre los que se señalan carne de res, cerdo, pollo, pescado y otros como carnero, gallina; sustentando esta variedad de productos, en las exigencias del mercado. En los expendios en donde se venden más de un tipo de carne, todas son tratadas de igual manera, expuestas a la venta y almacenadas en los mismos recipientes y equipos sin tener en cuenta las características específicas del tipo de carne, pudiendo generar una contaminación del producto.

En cuanto al proveedor del producto, como se observa en la figura 1, el 75% manifestaron comprar el ganado en pie y llevarlo al frigorífico en donde les brindan el servicio de sacrificio. Aunque la ciudad cuenta con un frigorífico, algunos develaron que compran el ganado en subasta y lo sacrifican en un frigorífico de otro departamento. Este mecanismo, es el más utilizado porque según la apreciación de los administradores genera más rentabilidad para el negocio y seguridad en el tratamiento del producto. Este modelo de abastecimiento basado en el comercio de ganado y no de carne, convierte a las plantas de beneficio en simples prestadoras de servicios (maquiladoras), mientras que el control sobre el precio y la comercialización de la carne se consolida en un grupo de intermediarios y mayoristas (Guarín, 2008).



**Figura 1.** Tipo de proveedores de carne de res de los expendios de la ciudad de Sincelejo 2013.

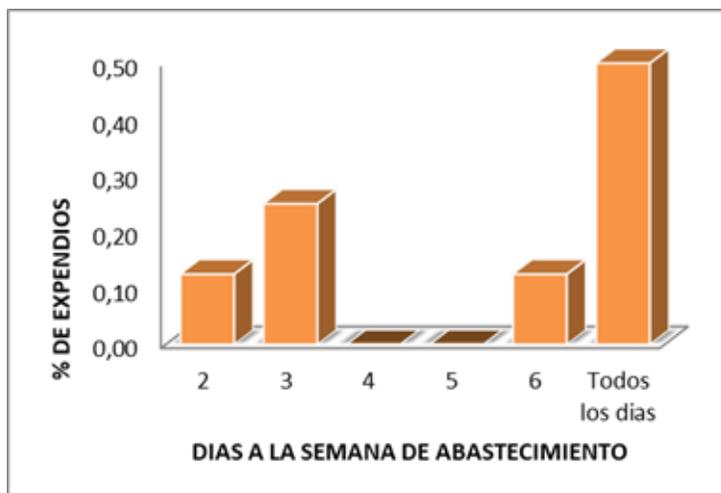
De igual forma, de los expendios que mencionaron utilizar el servicio en el frigorífico local, solo dos (2) son clientes directos, los otros dos (2) han utilizado el servicio esporádicamente y presentan un comportamiento irregular de animales sacrificados y un (1) expendio no aparece reportado como cliente en esta planta de beneficio, situación que genera incertidumbre en lo referente a la procedencia del producto aunque exista la posibilidad de que sean abastecidos por terceras personas, considerados expendedores mayoristas.

El abastecimiento del producto se realiza semanalmente, en la tabla 1, se muestra la cantidad de carne en kilogramos que compran a sus proveedores. Sin embargo, aunque los establecimientos presentan características similares en cuanto a instalaciones y ubicación, la cantidad con la que se abastecen es diferente, evidenciándose mayores ofertas del producto. Es de agregar que los expendedores que manifestaron comprar el ganado en pie reciben la carne en canal excepto uno, que recibe la carne en piezas menores, al igual que los que indicaron comprar en supermercados y expendios mayoristas. De estos últimos, algunos la reciben empacadas al vacío para evitar que las bacterias dañen el producto y otros simplemente en piezas menores sin ningún mecanismo de higiene y conservación.

**Tabla 1**  
*Cantidad de carne (kg) comprada semanalmente por expendio en la ciudad de Sincelejo, 2013.*

<b>EXPENDIO DE CARNE</b>	<b>Compra de Carne Semanal (kg)</b>
EXPENDIO 1	82
EXPENDIO 2	128000
EXPENDIO 3	300
EXPENDIO 4	5000
EXPENDIO 5	400
EXPENDIO 6	1090
EXPENDIO 7	2000
EXPENDIO 8	400

Un aspecto que mide el ritmo de rotación del producto y la capacidad de venta del establecimiento es la frecuencia de abastecimiento que este tenga, como se puede observar en la figura 2, el 50% (4) de los expendios en estudio presentan una frecuencia de suministro de carne diaria, un 12,5%(1) se abastece cada dos días, para el 25% (2) la frecuencia es de tres días a la semana, y el 12,5% (1) restante abastece cada 6 días, lo que refleja, que a diferencia de la mayoría de establecimientos este último presenta un nivel muy bajo de rotación, situación preocupante si tenemos en cuenta que durante la inspección del lugar se pudo evidenciar que el establecimiento no cuenta con los sistemas y las técnicas de refrigeración necesarias para conservar la carne en buenas condiciones. Al comparar la información, relacionada con el suministro de carne a los expendios por el frigorífico local y la suministrada por los expendedores, en cuanto a cantidad (kg) de venta de carne, se pudo evidenciar que el frigorífico local solo suministra un porcentaje de la carne que se vende en estos. Muchos se ven obligados a sacrificar en el frigorífico, en tiempos de mayor vigilancia y control por parte de las autoridades, de allí que la periodicidad de abastecimiento no corresponda con la frecuencia con que es prestado el servicio en la planta de beneficio. Lo cual lleva a pensar que estos expendios no solo cuentan con un proveedor confiable sino que recurren a otras fuentes de abastecimiento del cual se desconoce su legalidad y proceso de sacrificio.

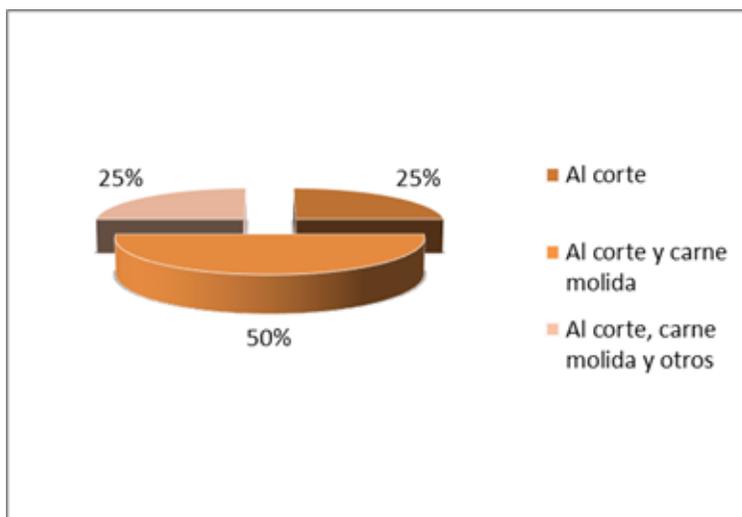


**Figura 2.** Periodicidad de abastecimiento de carne en los expendios

Aunque el 50% de los expendios presentan una periodicidad de abastecimiento diaria, el promedio de venta está entre 50 – 300 Kg diarios, de igual forma podemos contrastar que hay sitios que se abastecen a diario pero su demanda es baja, sin embargo hay establecimientos que por la alta demanda del producto también requieren abastecerse todos los días, lo cual indica que el ritmo de abastecimiento no determina la cantidad demandada por el mercado; puesto que dependen de muchos otros factores como disponibilidad de equipos de refrigeración, infraestructura y acuerdos con proveedores.

En comparación con los precios ofrecidos por los supermercados de la ciudad se encontró que la carne de primera presenta mayor valor que en los expendios. Este comportamiento varía al analizar el precio de la carne de segunda, puesto que en relación con los supermercados se observa una similitud en el precio brindado al consumidor. La diferencia en los precios se debe a las preferencias y tipo de mercado que maneja cada establecimiento. Es de agregar que en comparación con el precio del pollo la carne bovina tiene un arraigo histórico especial en Colombia, y aún hoy, cuando el kilo de res vale casi el doble, la preferencia por la carne bovina desafía una lógica puramente económica, debido a su mayor versatilidad en cuanto a variedad de cortes, calidades, precios y sabores, mientras que el pollo es un producto mucho más homogéneo y más limitado (Guarín, 2008).

De igual forma los tipos de presentación para vender el producto dependen de las preferencias del mercado, es así como encontramos que el 50% de los expendios vende carne al corte y carne molida, esta última procesada en las mismas instalaciones; el 25% solo comercializan carne al corte a clientes como tiendas, restaurantes y expendios minoristas; y el otro 25% además de vender carne al corte y carne molida, venden carne sazónada y en bandeja a todo tipo de público.

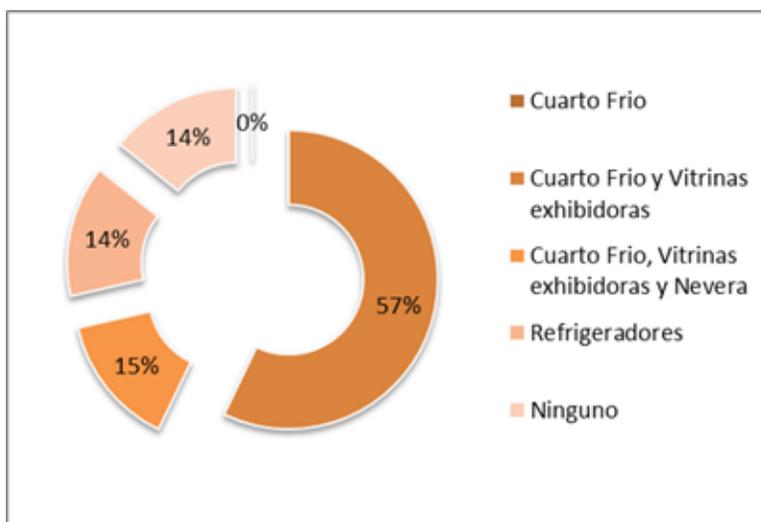


**Figura 3.** Tipos de presentación de carne de res vendida en los expendios de Sincelejo, 2013.

En cuanto a la variable técnica, referente a la utilización de equipos de refrigeración, el 75% de los establecimientos encuestados manifestó utilizar equipos de refrigeración en la conservación y comercialización de la carne, pero durante la visita no se observó ningún equipo de este tipo y la carne se encontraba colgada al aire libre y en mesones sin ningún sistema de frío. El otro 25% señaló no tener entre los mecanismos de conservación del producto sistemas de refrigeración, justificándose en la infraestructura de su negocio y los gastos que le generaría tales equipos.

Como puede evidenciarse en la figura 4, los expendios que indicaron utilizar equipos de refrigeración, disponen de cuartos fríos y vitrinas exhibidoras, algunos adicionalmente cuentan con neveras de capacidad de 1000 kg. Lo anterior evidencia que gran parte de la población cuenta con la infraestructura mínima y necesaria para proporcionar y mantener la cadena

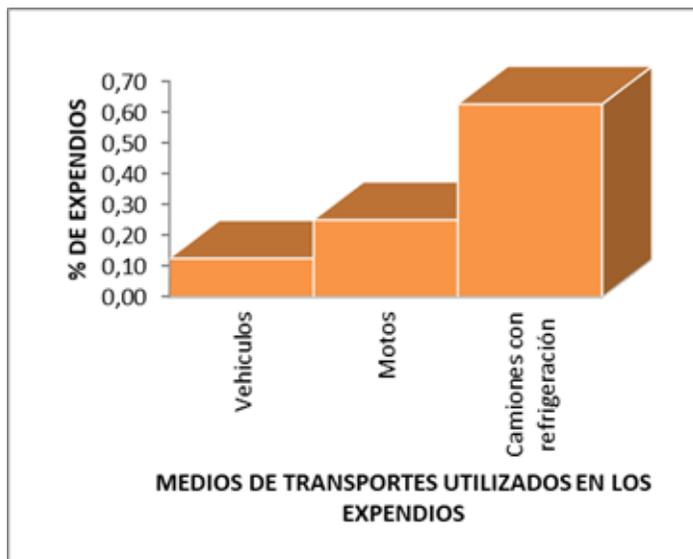
de frío desde los primeros eslabones de comercialización y distribución hasta el consumidor. Además se observó en el estudio que la forma de almacenar la carne para su comercialización varía de un establecimiento a otro, debido a que más de la mitad de los expendios (62,5%) almacena la carne en vitrinas exhibidoras junto con otras carnes, y el 37,5% por el contrario, expende la carne colgada al aire libre, sin tener ningún cuidado en cuanto a la conservación y línea de frío del producto, y mucho menos del peligro de contaminación a la que están expuestos.



**Figura 4.** Tipo y uso de equipos de refrigeración utilizados para la conservación de la carne en los expendios del municipio de Sincelejo, 2013.

Los medios de transporte utilizados para la movilización de la carne desde la planta de beneficio o lugares de sacrificio hasta el expendio, se muestra en la figura 5. El 62,5% operan con un medio de transporte adecuado, los encuestados aseguraron, que cuentan con el servicio de camiones y vehículos refrigerados, sin embargo en el frigorífico local manifestaron que las condiciones del servicio de transporte depende de lo requerido y pactado por el cliente, y que la mayoría de las veces el producto es transportado en vehículos sin refrigeración, debido a que las distancias no superan una hora de recorrido, límite establecido en el decreto 2278 de 1982. Durante el estudio fue posible observar que dos de los expendios transportaban la carne en moto sin ningún tipo de refrigeración, y en uno

de los expendios su administrador indicó que el transporte es realizado a través de vehículos normales pertenecientes a su negocio.



**Figura 5.** Medios de transporte utilizados para transportar la carne comercializada en los expendios del municipio de Sincelejo, 2013.

Según Decreto 3075 de 1997 las Buenas prácticas de manufactura son principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción (Decreto 3075, 1997). Sin embargo, aun cuando en la ciudad los entes de vigilancia y control realizan inspecciones en estos temas y se ofrecen capacitaciones referente al manejo y manipulación de alimentos, el desconocimiento en la población es notorio, el personal que manipula los alimentos manifiesta no tener conocimiento alguno acerca de las buenas prácticas de manufactura; lo que nos lleva a pensar que estamos en una situación de alerta ante la sociedad, puesto que si no se tiene personal capacitado en una adecuada manipulación de alimentos primordiales dentro de la canasta familiar; se corre el riesgo de que se genere un problema de salud pública al comercializar un producto con bajo nivel de calidad y sin las condiciones mínimas para ser consumido.

A pesar de que en temas de prácticas de manufactura los resultados no fueron los mejores, en lo referente a conocimientos sobre cadena de frío la situación es más favorable, puesto que los empleados conocen la importancia de la línea de frío en el proceso de conservación de los alimentos. Sin embargo, solo un administrador de un expendio manifestó haber recibido una capacitación en las instalaciones del frigorífico. Según (Martínez & Muñoz, 2005) quienes realizaron el diseño de un plan de saneamiento básico para el pabellón de carnes del nuevo mercado de Sincelejo, afirma que los expendedores son conscientes de la situación actual que presenta el pabellón, pero no contribuyen al mejoramiento de la misma, sino que al transcurrir el tiempo han dejado que todo se deteriore, afectando la calidad del producto que ofrecen a los consumidores y por consiguiente las ventas, este comportamiento puede ser por aspectos culturales o por desconocimiento de las normas (Martínez & Muñoz, 2005).

## Conclusiones

- Los expendios de la ciudad de Sincelejo en su mayoría son pequeñas empresas familiares y unipersonales, no teniendo definido dentro de su estructura organizacional, misión, estrategias, objetivos, tácticas y políticas de actuación.
- Los expendios de carne de la ciudad de Sincelejo en su mayoría, no cuentan con las condiciones y la infraestructura mínima para desarrollar actividades de comercialización de alimentos.
- La cadena actual de comercialización de carne de res en la ciudad de Sincelejo funciona asimétricamente, perjudicando directamente a expendedores y consumidores, y beneficiando a intermediarios que no agregan valor, sino por el contrario reducen la calidad del producto al someterlo a tratamientos y procesos inadecuados.
- El sistema de refrigeración es mal utilizado en la mayoría de los expendios debido a que el personal en contacto con ellos no tiene el conocimiento mínimo acerca de los niveles de temperatura requeridos para la conservación óptima de la carne de res.

- La estratificación social es un factor común en los establecimientos de venta de carnes en la ciudad de Sincelejo, sin embargo no determina la calidad del producto y de las condiciones del lugar, puesto que se observó una variabilidad en la evaluación de la oferta y calidad de la carne comercializada y a pesar de estar en varios con condiciones similares abarcan diferente tipo de mercado, lo cual se refleja en el precio, presentaciones del producto, horarios de atención y nivel de cumplimiento de la normativa.

## Referencias

- Min.de Agricultura y Desarrollo Rural, Fedegan, Corpoica, U. Nacional de Colombia. (2009). *Competir e innovar, la ruta de la industria bovina. Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Cárnica Bovina en Colombia*. Bogota D.C: Una Tinta Medios Ltda.
- Acaire. (2008). *Revista Asociación Colombiana del Acondicionamiento de Aire y de la Refrigeración*.
- Agronet. (2012). *La estructura de la producción de carne bovina en Colombia. Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*.
- Alcaldía de Sincelejo. (2010). *Nuestro Municipio*. Obtenido de <http://www.sincelejo-sucre.gov.co/index.shtml>
- Cardona Payares, Y. A. (2007). *Seguimiento, Verificación y Actualización del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos de Control Critico HAC-CP en Frigoríficos Ganaderos de Colombia S.A( FRIOGAN) Planta Corozal*. Sincelejo.
- Castellanos, L., Villamil, L., & Romero P., J. (28 de 09 de 2004). *Incorporación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Criticos de Control en la Legislación Alimentaria*. Obtenido de <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v6n3/a05v6n3.pdf>
- Codex Alimentarius. (2005). *Código de Prácticas de Higiene para la Carne*. Obtenido de [www.codexalimentarius.org/input/download/standards/.../CXP\\_058s.pdf](http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/.../CXP_058s.pdf)
- Conpes. (2010). *Consolidación de la Política Sanitaria y de Inocuidad para las Cadenas Láctea y Cárnica*. Conpes 3676. Bogota.

- Dane. (2005). *Fuente población Dane proyección 2010*.
- Dane. (2010). *Fuente población Dane proyección 2010*.
- Dane. (2011). *Cuentas Nacionales, Departamento Administrativo Nacional de Estadística*.
- Decreto 1500. (2007). *Por la cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de Carne, Productos Cárnicos Comestibles y derivados Cárnicos destinados para el consumo humano*.
- Decreto 3075. (1997). *Por la cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones*. Colombia.
- Delgado, H., Cedeño, C., Montes de Oca, N., & Villoch, A. (21 de 01 de 2015). *Calidad Higiénica de la Carne Obtenida en Mataderos de Manabí- Ecuador*.
- FAO. (2015). (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). *Departamento de Agricultura y protección al consumidor. Producción y sanidad Animal. Carnes y Productos Cárnicos, antecedentes, consumo de carne*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>
- Fedegán. (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana: por una ganadería moderna y solidaria*. Obtenido de <http://www.fedegan.org.co/plan-estrategico-de-la-ganaderia-colombiana-2019>
- Fedegan. (2011). *Situación Actual y Perspectivas de la Producción de Carne de Res*.
- Fenalco. (Octubre de 2010). *Sector Carnico*. Obtenido de [http://www.fenalcoantioquia.com/res/itemsTexto/recursos/sector\\_carnico\\_direccion\\_economia\\_\\_oct-2010.pdf](http://www.fenalcoantioquia.com/res/itemsTexto/recursos/sector_carnico_direccion_economia__oct-2010.pdf)
- FRIOGAN. (2012). Sucre.
- Garriz, C. A. (23 de Mayo de 2001). *Calidad Organoléptica de la Carne Vacuna, Influencia de Factores Biológicos y Tecnológicos*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/MargaritaPacheco/14-calidad-organolepticadelacarnevacuna>
- Guarin, A. (12 de 01 de 2008). *Carne de Cuarta para Condumidores de Cuarta*. Obtenido de [http://www.die-gdi.de/uploads/media/Guarin\\_Carne\\_de\\_cuarta.pdf](http://www.die-gdi.de/uploads/media/Guarin_Carne_de_cuarta.pdf)

- Guerra Tulena, J. C. (2012 - 2015). *Plan regional de competitividad del departamento de sucre*. Sucre.
- IICA. (Enero de 2004). *Buenas Prácticas de Manufactura. Un guía para pequeños y medianos agroempresarios*.
- Isaza Cadavid, J. (s.f.). *Módulo Carnes*. Ingeniería Agropecuaria.
- Kilby Garzón, V., & Campuzano Gutiérrez, E. C. (2011). *¿cuál es la viabilidad de establecer un expendio de carne bovina que ofrezca al cliente carne de máxima calidad en la ciudad de Villavicencio?* Villavicencio: Universidad Santo Tomas.
- Pabon, B. (2009). *Módulo Carnes*. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- Plan de desarrollo Municipal. (2012-2015). *Plan de Desarrollo de Sincelejo*. Sincelejo.
- Quiroga, G., & Rojas Correal, C. (1989). *Transporte, sacrificio y faenado de ganado*.
- Resolución 2905. (27 de Agosto de 2007). *Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las especie bovina y bufalina destinados para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte,*. Obtenido de almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación.
- Rodríguez Ballen, M. M. (2002). *Manual Técnico de Derivados Cárnicos I*. Bogota D.C.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Sociedad de Agricultores de Colombia. (2002). *Guía Ambiental para Plantas de Beneficio del Ganado*. Federación Nacional de Fondos Ganaderos.
- Superintendencia de industria y comercio. (2009-2011). *Estudios de Mercado. Estudio sectorial carne bovina en Colombia (2009 -2011)*.
- Valdiviezo Lugo, N., Villalobos de B, L. B., & Martinez Nazaret, R. (2006). *Evaluación microbiológica en manipuladores de alimentos de tres comedores públicos en Cumana – Venezuela*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199416676006>

## Capítulo 5

# Contaminación microbiana en la industria de los alimentos

Bernarda Soraya Cuadrado Cano<sup>1</sup>  
María Teresa Vélez Castro<sup>2</sup>

### Resumen

---

Ante la necesidad de proteger la salud de una población creciente con alta demanda de alimentos, es necesario conocer según la naturaleza de cada tipo de producto los factores intrínsecos, extrínsecos e implícitos, determinantes de su contaminación, alteración o conservación, las estrategias y métodos de control a lo largo de la cadena alimentaria, para prevenir riesgos asociados a la salud pública, poder garantizar la inocuidad de los mismos, en el marco de la normatividad vigente en cada territorio, evitando sanciones por parte de las autoridades y el rechazo del consumidor. Para contribuir con este objetivo, se hizo una minería de datos y la información compilada se sintetizó haciendo énfasis en las formas, mecanismos y fuentes de contaminación, flora deseable e indeseable, factores que predisponen crecimiento y sobrevivencia microbiana, en especial de los asociados a enfermedades transmitidas por alimentos, y el reto que para la innovación representa contar con metodologías validadas cada vez más rápidas, que replacen los métodos tradicionales

---

1 Universidad de Cartagena, Facultad de Medicina. Médica con Maestría en Microbiología de la Universidad de Cartagena, Maestría en Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín y Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad del Magdalena. Líder del grupo de Investigación en Microbiología y Sistemas Simbióticas (GMISIS) . Correo electrónico: bcuadrado@unicartagena.edu.co/ bernardac@yahoo.com

2 Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Farmacéuticas. Profesión Químico Farmacéutica, con Maestría en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible de la Pontificia Universidad Javeriana. Línea de Investigación: Gestión Ambiental. Correo electrónico: matevelo@gmail.com

de recuento de indicadores de contaminación y la búsqueda de la presencia o ausencia de patógenos y sus toxinas, poder garantizar la calidad microbiológica de los alimentos con efectividad y lograr impactar positivamente la salud pública mundial.

**Palabras clave:** Calidad de alimentos, enfermedades asociadas a los alimentos, inocuidad alimentaria, microbiología de alimentos.

## **Abstract**

---

Faced with the need to protect the health of a growing population with high demand for food it is necessary to know according to the nature of each type of product the intrinsic factors, extrinsic and implicit, determinants of their contamination, alteration or conservation, control strategies and methods along the food chain to prevent risks associated with public health, to be able to guarantee the safety of them, within the framework of the regulations in force in each territory, avoiding sanctions by the authorities and consumer rejection. To contribute to this goal, data mining was done and the compiled information was synthesized with emphasis on shapes, mechanisms and sources of pollution, desirable and undesirable flora, factors that predispose growth and microbial survival, especially those associated with food borne diseases, and the challenge for innovation of having ever faster validated methodologies, which replace traditional methods of counting, pollution indicators and the search, for the presence or absence of pathogens and their toxins. To be able to ensure the microbiological quality of food effectively and to positively impact global public health.

**Key words:** Food quality, food associated diseases, food safety, food microbiology.

## Introducción

La industria de los alimentos ha avanzado de forma progresiva a través del tiempo y en la actualidad ante la necesidad de proteger la salud de una población creciente y gracias a los diferentes tratados de libre comercio, es necesario que al consumidor lleguen productos inocuos y de buena calidad (Havelaar et al., 2010).

Los principios generales del Codex Alimentarius constituyen una base firme para garantizar la higiene de los alimentos, haciendo hincapié en los controles esenciales en cada fase de la cadena alimentaria, recomendándose la aplicación del sistema de análisis de riesgos y de los puntos críticos de control (HACCP) (Havelaar et al., 2010) siempre que sea posible, a fin de potenciar la inocuidad de los mismos. Este sistema permite determinar riesgos concretos y adoptar medidas para prevenirlos, y de esta manera reduce la incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos o ETAS, así como también la contaminación del ambiente (Mekonen & Melaku, 2014) (MinSalud, 2002).

En Colombia, mediante el Decreto 3075 de 1997, que reglamentó parcialmente la Ley 9 del 1979 y la Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), se dictaron disposiciones que tratan de regular las actividades relacionadas con los alimentos que puedan generar factores de riesgo debidos a su consumo. Dichas actividades deben ser aplicadas a: 1) Todas las fábricas y establecimientos donde estos se procesen; incluyendo los equipos, utensilios y el personal manipulador; 2) Las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización en el territorio nacional; 3) Los alimentos y materias primas con que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano, y 4) Las actividades de vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias a lo largo de la línea de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de alimentos y sus materias primas (Decreto 3075, 1997; Resolución 2674, 2013).

De manera adicional los Decretos 539 y 590 de 2014, establecen 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 establecen el procedimiento para habilitar fábricas de alimentos ubicadas en el exterior (Decreto 539, 2014; Decreto 590, 2014), siendo por ello necesario comprender e identificar los riesgos a los que están expuestos estos productos en todas sus etapas desde su cultivo, hasta el consumidor final.

La Resolución 2674 del 22 de julio de 2013 del MSPS define como Alimento, “todo producto natural o artificial, elaborado o no, que ingerido aporta al organismo humano los nutrientes y la energía necesaria para el desarrollo de los procesos biológicos. Se entienden incluidas las bebidas alcohólicas y aquellas sustancias con que se sazonan algunos comestibles, y que se conocen con el nombre genérico de especias. La misma resolución define, Higiene de los alimentos, como “todas las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos en cualquier etapa de su manejo”, Inocuidad de los alimentos, como “la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y consuman de acuerdo con el uso al que se destina”, Alimento alterado, “aquel que sufre modificación o degradación, parcial o total, de los constituyentes que le son propios, por agentes físicos, químicos o biológicos” y Alimento contaminado, como “aquel que presenta o contiene agentes y/o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales, o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente” (Resolución 2674, 2013), de modo que cuando se habla de contaminación, se entiende como la incorporación de materias de naturaleza física o sea partículas de metal desprendidas por utensilios o equipos, restos de huesos, pelos, órganos y excretas del animal, pedazos de vidrio por rotura de lámparas, trozos de madera procedentes de empaques o de estivas, joyas como anillos, pulseras, aretes, lapiceros y otros elementos que caen en el alimento con el riesgo de contaminarlo o producir lesiones en el consumidor al ingerirlos; química, como residuos de plaguicidas, drogas veterinarias, combustibles, lubricantes, pinturas, detergentes, desinfectantes (Nerín, Aznar & Carrizo, 2016), papel impreso u otros, y aditivos utilizados en la industria (Jairo & Roncancio, 2015; Van Bossuyt, Van Hoeck, Vanhaecke, Rogiers & Martens, 2016); o microbiológica, representada por bacterias, hongos, parásitos o virus, algunos de estos patógenos para el hombre o los animales, o causantes de cambios no deseados.

El principal problema lo constituyen las bacterias por su capacidad de reproducirse, hasta cantidades que afectan la salud del consumidor, o de generar toxinas con diferentes mecanismos de acción (Masana, 2015) lo que ha motivado el interés por adelantarse a futuros escenarios de riesgo para la inocuidad alimentaria mediante la identificación temprana de nuevos peligros en los alimentos 7. La Agencia Europea de Inocuidad Alimentaria (European Food Safety Authority [EFSA]). Muchos patógenos no alteran las características organolépticas, y el consumidor confía en lo que está ingiriendo ya que es imposible detectar su presencia por medio de los sentidos, de tal manera que se hace necesario utilizar diferentes métodos y técnicas de cuantificación e identificación para evaluar la calidad sanitaria y comercial del alimento (MinSalud, 2011; Blanco-Ríos, Casadiego-Ardila & Pacheco, 2011; FDA, 2012).

Algunos microorganismos propios o adquiridos durante el procesamiento, utilizan los diferentes macro y micronutrientes constituyentes de los alimentos, sean estos proteínas, carbohidratos, lípidos y minerales, aprovechando la cantidad de agua disponible, pH, capacidad oxidorreductora, entre otros aspectos, para sintetizar metabolitos primarios y secundarios que generan cambios en la calidad, lo que genera el rechazo por parte de las autoridades o de la población. Otros pueden comportarse como patógenos oportunistas, condición que dependerá del estado inmunológico del consumidor (Martinović, Andjelković, Šrajer, Rešetar & Josić, 2016).

De acuerdo a las Resoluciones 2674 del 2013 y 0719 del 2015 del MSPS, y teniendo en cuenta en especial el aspecto microbiológico, se divide a los alimentos en tres grupos, según los factores intrínsecos, extrínsecos e implícitos, aspectos determinantes del nivel de riesgo que implica su consumo para la salud de la población. Estos son: “Alimentos de mayor riesgo en salud pública, aquellos que favorecen el crecimiento de microorganismos patógenos, la formación de toxinas, o contienen químicos nocivos, alimentos de riesgo medio en salud pública, los que por sus características o procesamiento es poco probable que contengan patógenos, pero pueden apoyar la producción de toxinas o el crecimiento de estos organismos y alimentos de menor riesgo en salud pública, los que tienen mínima probabilidad de contener patógenos- puesto que en condiciones normales no permiten su crecimiento-, o productos químicos nocivos” (Resolución 2674, 2013; Resolución 0719, 2015). Los tipos de alimentos que pertenecen a cada uno de estos grupos, se resumen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Tipos de alimentos según su riesgo para la salud pública - Resoluciones 2674 de 2013 y 0719 del 2015.

GRUPOS/TIPO DE ALIMENTOS	MAYOR RIESGO	RIESGO MEDIO	MENOR RIESGO
GRUPO 1. Leche, derivados y productos de imitación adicionados o no de nutrientes u otros biocomponentes diferentes de los del grupo 2	Leches y derivados lácteos		
GRUPO 2. Grasas, aceites, emulsiones, grasas y ceras	Grasas y emulsiones, de origen animal	Grasas y aceites de origen vegetal	
GRUPO 3. Productos cuyo ingrediente principal es el agua o destinados a ser hidratados o preparados con leche y otra bebida, excluyendo las del grupo 1	Agua, hielo, helados de agua, agua saborizada y bebidas a base de agua	Productos en polvo concentrados para preparar bebidas a base de agua u otra bebida: Cafés, té, yerba mate o sus mezclas listas para el consumo	Productos en polvo para preparar bebidas cuyo componente principal no es la sacarosa y concentrados de café, té o yerba mate para bebidas
GRUPO 4. Frutas y otros productos vegetales, algas marinas, nueces, semillas	Frutas frescas, postres o productos a bases de frutas, zumos o jugos de frutas, néctares y refrescos de fruta Hortalizas y otros vegetales frescos incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas, algas marinas y nueces, zumos (jugos) de hortalizas y concentrados para zumos (jugos) de hortalizas, néctares y bebidas a base de hortalizas o de otros vegetales.	Pulpas o purés de frutas, frutas en almíbar, coctel de frutas y ensaladas de frutas, hortalizas y otros vegetales procesados en vinagre, aceite, salmuera, salsa de soya o cualquier otro líquido de cobertura	Frutas deshidratadas o desecadas con o sin tratamientos químicos, confituras, frutas confitadas, jaleas, mermeladas y demás productos a base de frutas, agua de coco en polvo, hortalizas y otros vegetales procesados incluidos hongos y setas, raíces, tubérculos, legumbres y leguminosas, algas marinas y nueces.

GRUPOS/TIPO DE ALIMENTOS	MAYOR RIESGO	RIESGO MEDIO	MENOR RIESGO
GRUPO 5. Confitería	Decoraciones dulces y productos de confitería que sean adicionados, enriquecidos o fortificados		Productos a base de cacao o de sus subproductos, caramelos, gomas de mascar.
GRUPO 6. Cereales y productos a base de cereales, derivados de granos de cereales, de raíces de tubérculos	Cereales y productos a base de cereales, derivados de granos de cereales, raíces y tubérculos de baja acidez, enriquecidos, fortificados o adicionados de nutrientes o micronutrientes.	Pastas alimenticias, harinas de hortalizas y vegetales, mezclas batidas para rebozar (apanar) productos cárnicos, arepas, arepas rellenas con productos de origen animal, productos a base de soya, oleorresinas y aceites esenciales de especias, mostaza, sopas y caldos listos para el consumo, para hidratarlos, salsas de soya fermentadas o no	Granos enteros o triturados o en copos que incluyen el arroz, harinas y almidones (féculas), cereales para el desayuno, postres a base de cereales, almidón o fécula, productos a base de arroz, papa, yuca, harinas o féculas de cereales precocidos, cocidos y /o saborizados no considerados como postres.
GRUPO 7. Pan y productos de panadería	Panes elaborados con diferentes tipos de harina enriquecidos, fortificados o adicionados de nutrientes o micronutrientes		Pan y productos de panadería, galletas crujientes, productos de panadería dulce
GRUPO 8. Carnes, productos cárnicos comestibles y derivados cárnicos	Carnes, productos cárnicos comestibles y derivados cárnicos		
GRUPO 9. Pescados y productos de la pesca	Pescados y productos de la pesca (moluscos, crustáceos y equinodermos)		

GRUPOS/TIPO DE ALIMENTOS	MAYOR RIESGO	RIESGO MEDIO	MENOR RIESGO
GRUPO 10. Huevos y productos a base de huevo	Huevos y productos a base de huevos procesados		
GRUPO 11. Azúcar, productos cuyo componente principal es azúcar	Azúcar y productos cuyo componente principal es azúcar enriquecidos, fortificados o adicionados de nutrientes o micronutrientes, miel, cera y otros productos de origen apícola enriquecidos, fortificados o adicionados de nutrientes o micronutrientes.		Azúcar y productos cuyo componente principal es azúcar, panela
GRUPO 12. Miel, cera y otros productos de origen apícola			Miel, cera y otros productos de origen apícola.
GRUPO 13. Sal, hierbas aromáticas, especias, condimentos, vinagre, sopas, salsas, ensaladas productos proteínicos	Sal y sucedáneos de la sal y otros productos salinos cuyo componente principal es la sal, salsas y mezclas para prepararlas, ensaladas con productos proteínicos diferentes a los provenientes de la soya		Hierbas aromáticas enteras, molidas y deshidratadas, especias puras enteras y molidas, condimentos (aliños), en pasta, mezclas condimentadas, sazonzadores completos, aderezos, vinagre.

GRUPOS/TIPO DE ALIMENTOS	MAYOR RIESGO	RIESGO MEDIO	MENOR RIESGO
GRUPO 14. Alimentos compuestos. Comprenden los platos preparados o combinados	Alimentos para usos nutricionales especiales para lactantes, niños pequeños, complementarios de leche materna, alimentos compuestos como tamales, lechona, con baja acidez	Empanadas y arepas rellenas.	

En consideración a lo antes expuesto, en este capítulo se describirán las fuentes y algunos indicadores de contaminación microbiológica de los alimentos, las afectaciones sobre la salud humana y los métodos para su control y monitoreo, de acuerdo al marco legal vigente. Además, se incluyen algunas apreciaciones sobre la necesidad de optimizar los tiempos de respuesta para lograr impactar con mayor oportunidad y efectividad la calidad e inocuidad de estos productos, y poder garantizar no solo la seguridad alimentaria sino la salud de una población creciente que en la mayoría de los casos desconoce esta temática (Burke, Young & Papadopoulus, 2016; Webb & Morancie, 2015; Asiegbu, Lebelo & Tabit, 2016)

## Resultados

### Formas, mecanismos y fuentes de contaminación microbiana

Pueden distinguirse 3 formas de contaminación microbiana: Primaria, directa y cruzada.

- **Primaria o de origen:** Se presenta durante el proceso de cultivo, cosecha o fabricación del alimento. En la actualidad es difícil obtener un producto alimenticio libre de microorganismos, por lo cual es aceptable tengan algún nivel de contaminación siempre

y cuando no represente un riesgo para la salud del consumidor, lo que implica ausencia de patógenos.

- **Directa:** Es tal vez, la vía más simple, puesto que los contaminantes llegan sin intermediario, por ejemplo, el contacto de alimentos crudos con productos cocidos durante el almacenamiento o el goteo de los jugos de carne sobre los vegetales.
- **Cruzada:** Es el paso de un agente microbiano, químico o elemento físico, desde un alimento o materia prima contaminada a uno que no lo está, a superficies en contacto con este, que se encuentran limpias como mesas, equipos y utensilios (Carrasco, Morales-Rueda & García-Gimeno, 2012). Este mecanismo casi siempre es imperceptible dado que la transmisión es a través de un tercero. Un ejemplo típico es cuando un alimento crudo pone sobre una tabla de cortar y luego en la misma sin lavar y desinfectar se coloca uno cocido o listo para consumir. En todos los casos se debe a una maniobra inapropiada durante la preparación (FDA, 2012).

Esto, ha motivado el desarrollo de estrategias de monitoreo para identificar, cuantificar y rastrear tanto los consorcios microbianos como la cinética de su comportamiento, de modo que sea posible predecirlo e inferir cuál ha sido, los cuales van desde el cultivo microbiano hasta el uso de herramientas para el análisis de secuencias de ADN y ARN (Pla, Oltra, Esteban, Andreu & Palop, 2015; Bokulich, Lewis, Boundy-Mills & Mills, 2016).

La transmisión de los microorganismos puede deberse a diversos elementos que contribuyen al ingreso de los mismos al hombre y a los alimentos. Ellos son: Los reservorios o sustratos a partir de los cuales se aíslan con regularidad y en donde suelen sobrevivir durante periodos largos (Campdepadrós, Stchigel, Romeu, Quilez, & Solá, 2012); los fómites, objetos o materiales inertes que circunstancial y temporalmente están contaminados, como los trapos de limpieza (Hassan, Farouk, Hassanein & Abdul-Ghani, 2011); y vectores u organismos que pueden traspasar de manera interna o externa, un microorganismo capaz de causar una enfermedad, como por ejemplo, las moscas y las cucarachas (Oyeyemi, Agbaje & Okelue, 2016). Sin embargo, en la actualidad, el cambio climático ha propiciado modificaciones en el modo de transmisión de algunos

patógenos, evidencias reportadas en investigaciones muestran el impacto en el incremento de casos de salmonelosis y campilobacteriosis en Europa, Canadá y Australia (Tirado, Clarke, Jaykus, McQuatters-Gollop & Frank, 2010).

Las fuentes de contaminación de los alimentos pueden ser naturales como el agua, la tierra, el aire, los animales, los ingredientes como materias primas de todo tipo incluyendo las especias (Van Doren et al., 2013) y el hombre (Choi, Norwood, Seo, Sirsat & Neal, 2016), que los contamina antes que sean obtenidos, cosechados o durante su manipulación y tratamiento (Faour-Klingbeil, Todd & Kuri, 2016); y las que no son naturales o externas, como los equipos empleados para su proceso, almacenamiento y conservación (Catellani, Scapin, Alberghini & Giaccone, 2014), los materiales de empaque, utensilios y aún el mismo operario, sin embargo, debe precisarse que lo más probable es que hayan sido contaminados a partir de las naturales, lo cual se favorece cuando los microorganismos encuentran condiciones para estar y permanecer adheridos a materiales inertes, formando biopelículas o biofilm por la secreción de cápsulas o existencia de pilis en su superficie (Winkelströter, Teixeira, Silva, Alves, & De Martinis, 2014), o también por la adaptación y la actividad generadora de malos olores. En consecuencia, según las fuentes y tipo de alimento, hay que minimizar la carga microbiana y establecer protocolos de manejo y controles a lo largo de la cadena de fabricación y no limitarlos al producto final. Dentro de los tratamientos, se encuentran los térmicos suaves, alta presión, campos eléctricos pulsados, intensos pulsos de luz, aplicación de ácidos orgánicos, dióxido de cloro, solos o combinados, además de la esterilización y la pasteurización (Rajkovic, Smigic & Devlieghere, 2010).

### **Flora microbiana de los alimentos**

Aunque es posible que un gran número de géneros o especies microbianas se encuentren en la naturaleza, bajo condiciones normales, un alimento solo puede albergar pocos tipos, dentro de los que se incluyen los presentes de forma natural como sucede, en los productos crudos, y los que provienen de fuentes externas a las que se exponen en todas las etapas de producción hasta el consumo.

La flora de los alimentos puede ser de dos tipos: Deseable e indeseable. La deseable puede ser a su vez autóctona o natural, de la cual

se ha aprovechado su potencial biotecnológico a nivel industrial como cultivo iniciador o “starter” o como fuente de probióticos para el control de patógenos (El-Kholy, Shinawy, Meshref & Korany, 2014). De la indeseable, hacen parte los microorganismos patógenos y los oportunistas, así como los alteradores o degradadores con acción enzimática que merman su calidad comercial.

Dentro de la flora indeseable, la contaminación tiene diferentes orígenes dependiendo de si el alimento es de origen animal o vegetal. En el Cuadro 2, se resumen según el tipo de producto, las fuentes de contaminación, así como los microorganismos asociados, en particular, los patógenos y en síntesis, el riesgo de contaminación microbiana en un alimento depende no solo de su naturaleza física, composición química, sino de las condiciones de cosecha o crianza, recolección, procesamiento, embalado y distribución, que minimicen o eviten los efectos sobre la salud de la población.

**Cuadro 2. Fuentes de contaminación por tipo de productos y microorganismos asociados**

TIPO DE PRODUCTO	FUENTE DE CONTAMINACIÓN	MICROORGANISMOS ASOCIADOS	REFERENCIA
CÁRNICO Y DERIVADOS (res, pollo y cerdo)	Origen natural: Piel, plumas, tracto respiratorio y gastrointestinal	Patógenos: Salmonella (en especial en aves)	Carne de res y leche: Nayak, Savalla, Kalyani, Kumar & Kshirsagar, 2015; Gujarat. MATERIALS AND METHODS: Total 200 samples comprising of milk, milk products, meat, and fish (50 each)
	Origen externo: Ambiente de sacrificio, pastura, agua, suelo, estiércol en contacto con el animal, equipos, aire, agua y operarios en el procesamiento.	Yersinia enterocolítica, Campylobacter jejuni, Escherichia coli en especial E. coli 0157:H en carne de res, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus (bajos niveles)	Jimenez-Edeza, Chaidez-Quiroz & León-Félix, 2012. Pollo: Mercado et al., 2012 Listeria monocytogenes and Staphylococcus aureus. MATERIALS AND METHODS: The search for studies of outbreaks associated with Salmonella, S. aureus and L. monocytogenes was conducted in Medline, PubMed, Science Direct, Scielo, Cochrane Library (CCRT);
	En productos sometidos al calor, durante el rebanado y empaque.	Patógenos oportunistas: Psicrotrofos como Listeria monocytogenes y Y. enterocolítica.	Gharieb, Tartor & Khedr, 2015 this study aimed to determine the prevalence, antibiogram, virulence genes profiles and integron characteristics of non-typhoidal Salmonella spp. isolated from poultry meat and diarrhoeic patients in Egypt. MATERIALS AND METHODS: A total of 150 samples comprising (100 poultry meat and 50 diarrhoeic patients' stool
	Durante el servido previo al consumo	Alteradores: Pseudomona, Proteus y Alcaligenes. Termodúricos como: Enterococcus, Lactobacillus y esporulados como Bacillus y Clostridium.	Cerdo: Møller et al., 2016 FDA, 2012
LECHE Y DERIVADOS	Interior de las ubres, superficies del cuerpo del animal, del alimentador, del aire, suelo, agua, equipo para ordeñar y almacenar.	Patógenos: Salmonella, L.monocytogenes y Y.enterocolítica. En animales con mastitis: Streptococcus agalactiae, S. aureus, coliformes y Pseudomonas	Leche: Haghi et al., 2015 Yogurt: Al-Nabulsi et al., 2015 Queso: Yoon, Lee & Choi, 2016
		Alteradores: Psicrotrofos como Pseudomonas, Flavobacterium, Alcaligenes y Bacillus spp. que se multiplican durante el almacenamiento antes de la pasteurización.	Leche en polvo: Bejarano-Roncancio & Castillo-Quiroga, 2013 FDA, 2012
HUEVOS	Materia fecal y materiales presentes en los nidos, alimentadores, aire, equipo y superficie.	Salmonella enteritidis	Medeiros, Oliveira, Rodriguez & Freitas, 2011 the prevalence of Salmonella spp. was 2.7% (range 0.0%-8.9%; FDA, 2012

TIPO DE PRODUCTO	FUENTE DE CONTAMINACIÓN	MICROORGANISMOS ASOCIADOS	REFERENCIA
P E S C A D O S , CRUSTÁCEOS Y MOLUSCOS	Microorganismos adheridos en escamas, branquias e intestinos. Características fisicoquímicas y de contaminación del ambiente acuático  Condiciones almacenamiento	Patógenos: <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>V. vulnificus</i> y además el <i>Cl. botulinum</i> tipo E. En aguas contaminadas con desechos humanos y animales: <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Cl. perfringens</i> , <i>V. cholerae</i> , protozoos, helmintos y virus patógenos la hepatitis A, hepatitis E y tipo Norwalk.  Patógenos oportunistas: según el ambiente; pueden ser <i>Aeromonas hydrophila</i> y <i>Plesiomonas shigelloides</i> , en su mayoría psicrotroficas, que permanecen viables y alteran el alimento refrigerado.	Pescados: Leyva-Castillo, Puig-Peña, Espino-Hernández, Pereda-Lamela & Aportela-López, 2013  Moluscos: Oliveira, Cunha, Castilho, Romalde & Pereira, 2011  Pescados, Moluscos y crustáceos: Mizan, Jahid & Ha, 2015  FDA, 2012
VEGETALES (FRUTAS Y HORTALIZAS CEREALES, ALMIDONES Y GOMAS)	Suelo, agua, aire, animales salvajes o domésticos, insectos, ave, equipo usado para cosechar o procesar. Incluye los hongos comestibles o setas.	Patógenos: <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>E. coli</i> en especial <i>E. coli</i> 0157:H7, <i>Campylobacter</i> , <i>Cl. botulinum</i> y <i>Cl. perfringens</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> (en ensaladas); Quistes de protozoos: <i>Entamoeba</i> , <i>Giardia</i> , <i>Isospora</i> y <i>Cyclospora</i> y huevos de helmintos  En nueces crudas y semillas de cereales con baja aw: <i>Bacillus</i> y <i>Clostridium</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Pseudomonas</i> y <i>Micrococcus</i> y mohos productores de micotoxinas como <i>A. flavus</i> y <i>ochraceus</i>	Hortalizas: Cesar et al., 2015; Monge, Chaves & Arias, 2011 Costa Rica, and cultured in different ways, in order to detect differences between the culturing methods and the risk that these products may represent for Public Health. The study was done at the Food Microbiology Laboratory, Universidad de Costa Rica, from March to July, 2010. 30 lettuce samples were analyzed (10 obtained by traditional culture, 10 by organic culture and 10 by hydropony  Nueces y cereales: Sánchez, Correa & Castañeda-Sandoval, 2016  Cereales: Blankson & Mill-Robertson, 2016  Setas comestibles: Venturini et al., 2011  FDA, 2012
A L I M E N T O S ENLATADOS	Suelo, agua, azúcares y almidones como ingredientes, En productos con tratamiento de calor deficiente, sobreviven las esporas de bacterias mesófilas que afectan después de su consumo.	Patógenas: <i>B. cereus</i> , <i>Cl. perfringens</i> y <i>botulinum</i> . Persistencia de toxinas termoestables de <i>S. aureus</i> producidas en los productos crudos  Alteradores: Bacterias termofílicas descomponedoras como <i>B. stearothermophilus</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>Cl. thermosaccharolyticum</i> , <i>Cl. sporogenes</i> , <i>Cl. butyricum</i>	Enlatados vegetales: Durand et al., 2015; Sevenier et al., 2012  Enlatados pescados: Wu & Su, 2014 chunk and flake  FDA, 2012

TIPO DE PRODUCTO	FUENTE DE CONTAMINACIÓN	MICROORGANISMOS ASOCIADOS	REFERENCIA
MIEL DE ABEJA	Suelo, aire, insectos	Patógenos: Esporas de <i>Cl. botulinum</i>	Gomes, Dias, Moreira, Rodriguez, Estevinho, 2010; FDA, 2012
BEBIDAS ALCOHOLICAS – JUGOS DE FRUTAS	NO Superficie de las frutas, ingredientes, equipos, el personal manipulador	Patógenos tolerantes al ácido: <i>Salmonella</i> , coliformes y <i>E. coli</i> 0157:H7.	Jugos y concentrados: Haghghat-Afshar et al., 2014; Haileselassie et al., 2012 restaurants, juice houses, supermarkets, and food handlers of Mekelle city. Using the standardized pre-tested questionnaire and observational check list, data was collected from a total of 510 catering establishments. Microbiological examination of 260 food samples indicated that food provided to the consumers in the city was less hygienic and had prepared under poor sanitation conditions. General hygiene of food handlers, sanitary facilities of food establishments, physical conditions of food catering establishments, disposal services, legal licensing and environmental hygiene were identified as major sanitary deficiencies. Less understanding in food hygiene among food handlers were also commonly observed. High mean values of bacterial load were found in mayonnaise (2.64 \u00d7 106 Bebidas alcohólicas: Shale, Mukamugema, Lues & Venter, 2014 FDA, 2012
SALSAS Y ADEREZOS PARA ENSALADAS	Ingredientes, equipos y el aire. En la mayonesa a partir del huevo utilizado	Patógenos: <i>Salmonella</i> , <i>L. monocytogenes</i>	Grassi, Nucera, Lomonaco & Civera, 2013; FDA, 2012
ESPECIAS	Suelo, aire, superficie de las hojas, semillas, raíces.	Patógenos: Esporas de <i>Clostridium</i> y <i>Bacillus</i> spp., micrococcos, enterococos, levaduras, Patógenos: <i>Salmonella</i> spp, <i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i> y micotoxinas	Sánchez et al., 2016; Van Doren et al., 2013; FDA, 2012
AGUA	Tiene una flora natural. Contaminable por el suelo, aire, animales o material cloacal.	Alteradores: <i>Pseudomonas</i> , <i>Chromobacterium</i> , <i>Proteus</i> , <i>Achromobacter</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Aerobacter</i> .	Zhang, Tan & Qu, 2014; (Liguori et al., 2010; especially in sensitive and immunocompromised subjects. The aim of this study was to determine the quality of water plumbed in coolers from commercial stores in comparison with tap water in Italy. Methods - For each sample, microbial parameters and chemical indicators of contamination were evaluated and information about the date of installation, time since last ordinary and extraordinary maintenance of water coolers was collected. Results - In all samples the chemical parameters (nitrite, ammonium, free active chlorine residual) FDA, 2012

## Factores que predisponen el crecimiento y supervivencia microbiana

Para comprender los principios básicos que rigen tanto su contaminación, alteración, como la conservación, es importante conocer que características de los alimentos y condiciones ambientales favorecen la supervivencia y/o multiplicación en especial de los patógenos.

Una vez llega un grupo microbiano a la materia prima o al producto, el destino seguido por la flora contaminante de los alimentos responde a tres posibilidades: 1) inactivación, 2) supervivencia o persistencia, o 3) multiplicación o enriquecimiento. Estas alternativas se refieren a la totalidad de la flora microbiana o solo a determinados grupos de gérmenes (Fehlhaber & Janetschke, 1995). Durante multiplicación se da lugar a la producción de metabolitos primarios como ácidos, aminoácidos y secundarios como pigmentos, expresándose estos en cambios en el color, textura, olor o sabor, que alteran la calidad comercial. Por otro lado, existen patógenos capaces de excretar toxinas termoestables como es el caso del *S. aureus* y algunas micotoxinas en especial aflatoxinas, que pueden persistir en los alimentos a pesar que los microorganismos no sean detectados (Wu & Su, 2014chunk and flake; Blankson & Mill-Robertson, 2016).

Según la ruta elegida los alimentos se pueden clasificar en perecederos, poco perecederos y no perecederos basados en sus parámetros propios o factores intrínsecos como el pH, la humedad o actividad de agua ( $a_w$ ), el potencial de óxido-reducción (Eh), contenido de elementos nutritivos, componentes antimicrobianos y estructuras biológicas. Como cada grupo microbiano tiene unas condiciones óptimas para su desarrollo y multiplicación, el conocerlas y contrastarlas con las que ofrece el alimento, permite diseñar métodos por parte de la industria, para controlar su presencia durante su fabricación o consumo (FDA, 2012).

Las condiciones ambientales en las que se obtiene, transforma o mantiene el producto inciden en su conservación y calidad, y se conocen como factores extrínsecos, ellos son la temperatura óptima de crecimiento o almacenamiento, la humedad relativa del ambiente, la presencia y concentración de gases en el ambiente. Los Cuadros 3 y 4 resumen los factores que favorecen o no el desarrollo y/o supervivencia microbiana en estas matrices.

La Resolución 2674 del 2013, define alimento perecedero, como “aquel que, en razón de su composición, características fisicoquímicas y biológicas, puede experimentar alteración de diversa naturaleza en un tiempo determinado y que, por lo tanto, exige condiciones especiales de proceso, conservación, almacenamiento, transporte y expendio” (Resolución 2674, 2013), en consecuencia, los microorganismos lo pueden “echar a perder” al multiplicarse en él y producir modificaciones enzimáticas que inducen a su rechazo por parte del consumidor. En la perecibilidad de un alimento, influye mucho los parámetros intrínsecos característicos del alimento.

Los parámetros intrínsecos, considerados simultáneamente, representan otros tantos modos naturales de preservación de los tejidos vegetales y animales y una vez determinados, es posible pronosticar los microorganismos que más probablemente se van a desarrollar y, por ende, prever la estabilidad general del producto en cuestión, así mismo, puede ser una ayuda para saber su edad y en algunos casos, la forma en que ha sido manipulado o podría ser manipulado.

**Cuadro 3. Factores intrínsecos que influyen en el crecimiento y/o supervivencia microbiana en los alimentos**

FACTORES	CARACTERÍSTICAS	RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS	RELACIÓN CON LOS MICROORGANISMOS	USO COMO ESTRATEGIA DE CONTROL
pH	Indica la capacidad tamponadora de un alimento frente a cambios en el pH. La acidez titulable es un mejor indicador de la estabilidad microbiológica de ciertos alimentos, porque mide la cantidad de iones hidrógeno liberados de un ácido disociado durante la titulación.	Los proteicos (carnes, pescados), con pH 5,6 tienen más capacidad tamponadora que los vegetales. Muchas frutas son moderadamente ácidas y pocos alimentos como los huevos son alcalinos	pH de crecimiento óptimo de bacterias: cercano a la neutralidad, Patógenas no crecen a pH bajo, incluyendo <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella</i> y algunos esporoformadores,  Hongos (mohos y levaduras): crecen a pH inferior a 3,5 y alteran las frutas al crecer a mientras que las bacterias alteran a las verduras.	Para preservar alimentos incrementando la acidez a través de la fermentación o la adición de ácidos débiles, siendo los orgánicos los más efectivos en el estado no disociado.
Contenido de humedad	Actividad de agua (aw) equivalente a los requerimientos o cantidad de agua disponible en un alimento para el crecimiento, proliferación y metabolismo microbiano	La mayoría de los alimentos frescos como carne fresca, vegetales y frutas tienen valores de aw cercanos al nivel óptimo para el crecimiento de los microorganismos	aw de bacterias es cercano al del agua pura (0,97 a 0,99), los hongos y levaduras 0,88 y por debajo de 0,60 no hay crecimiento microbiano.  Las bacterias Gram negativas son más sensibles a una baja aw que las Gram positivas, y solo <i>S. aureus</i> puede crecer y producir toxinas por debajo de 0,9.  Las bacterias halófilas crecen bien a 0.75, los mohos xerófilos y las levaduras osmófilas a 0.65 y 0.61 respectivamente	Muchos patógenos son controlados a una aw menor de 0,86  Puede manipularse la aw adicionando solutos como azúcar o sal, por remoción física del agua por secado o horneado, o uniendo el agua a varios componentes macromoleculares en el alimento. Peso a peso, los componentes disminuyen la aw así: compuestos iónicos > azúcares, alcoholes polihídricos, aminoácidos y otros de bajo peso molecular >compuestos alto peso molecular como celulosa, proteínas o almidón.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS	RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS	RELACIÓN CON LOS MICROORGANISMOS	USO COMO ESTRATEGIA DE CONTROL
Potencial de oxido-reducción (Eh, O/R)	Es aquel en el cual el alimento, pierde o gana electrones con mayor facilidad. Depende del pH, del crecimiento microbiano, empaque, presión parcial de oxígeno durante el almacenamiento, composición y capacidad tamponadora	La mayor parte de los alimentos frescos vegetales y animales poseen un potencial cero o bajo. Las carnes enteras tienen valores Eh alrededor de -200 mV y las carnes picadas +200 mV.	Los microorganismos aerobios precisan valores Eh positivos y los anaerobios negativos; para los microaerófilos son mejores condiciones ligeramente reducidas. Algunos mohos y levaduras pueden comportarse como anaerobios facultativos.	Los vegetales poseen sustancias reductoras como ácido ascórbico, y los azúcares reductores y grupos -SH en tejidos animales, que contrarrestan el poder oxidante del oxígeno.
Contenido de elementos nutritivos	Fuente de energía, de nitrógeno, vitaminas, otros factores de crecimiento y minerales.	Las carnes, leche y derivados y huevos son ricos en proteínas, lípidos, minerales y vitaminas, pero con bajo contenido de carbohidratos que favorecen el crecimiento de bacterias; los vegetales tienen alta concentración de carbohidratos y niveles variables de proteínas, minerales y vitaminas, que favorecen el crecimiento de hongos	Las bacterias gram negativas y los mohos, sintetizan la mayor parte de los requerimientos, por eso predominan en los alimentos. Las Gram positivas son más exigentes en sus necesidades nutricionales.	La limitación o disponibilidad de nutrientes esenciales es suficiente para favorecer o no, el crecimiento de un amplio rango de microorganismos, en particular de los patógenos.
Componentes antimicrobianos	Sustancias inherentes o propias de los alimentos, que actúa como defensa natural frente a los microorganismos.	Los fagocitos, el sistema transferrina/lactorerrina, aglutininas, el sistema lactoperoxidasa, la caseína y ciertos ácidos grasos libres, en la leche recién ordeñada. Lisozima y conalbúmina en la clara de huevo. Aceites esenciales, taninos, glicósidos y resinas en los vegetales.	Las bacterias del queso suizo, producen ácido propiónico inhibitorio de mohos y nisina que actúa sobre las bacterias gram positivas. Los Lactobacillus spp, producen bacteriocinas.	El ahumado de pescado y carne y algunos tipos de fermentación producen sustancias antimicrobianas, incluyendo bacteriocinas como nisina, antibióticos y otros inhibidores relacionados, utilizados como probióticos, o para la preservación de productos mínimamente procesados
Estructuras biológicas	La membrana testácea de las semillas, la cubierta externa de los frutos, la cáscara de las nueces, los huevos y la piel de los animales protegen contra la entrada y subsiguiente ataque de los organismos alteradores.	Las frutas y verduras con las cubiertas lesionadas se alteran más rápido que las indemnes. El epitelio externo de los peces y de los animales, como el cerdo y el buey, resiste a la contaminación y deterioro porque se desecan más rápido que las recién cortadas.	Los microorganismos aprovechan la presencia de soluciones de continuidad entre el exterior y el interior del alimento para entrar y utilizar los nutrientes presentes.	Se debe propender por el mantenimiento de las estructuras biológicas intactas. El daño puede ser por maduración de las plantas, maltrato físico durante la cosecha, manejo, transporte, almacenaje, por invasión de insectos o preparación de los alimentos o el hombre mismo

FACTORES	CARACTERÍSTICAS	RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS	RELACIÓN CON LOS MICROORGANISMOS	USO COMO ESTRATEGIA DE CONTROL
<p>Tomado y adaptado de: Jay et al., Microbiología moderna de los alimentos (Jay, Loessner, &amp; Golden, 2009) y FDA. Evaluation and definition of potentially hazardous foods. Chapter 3. Factors that influence microbial growth (FDA Food and drug administration, 2016)</p>				

**Cuadro 4.** Factores extrínsecos que influyen en el crecimiento y/o supervivencia microbiana en los alimentos

FACTORES	CARACTERÍSTICAS	RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS	RELACIÓN CON LOS MICROORGANISMOS	USO COMO ESTRATEGIA DE CONTROL
Temperatura de almacenamiento	La temperatura más baja para el crecimiento de los microorganismos es de -34°C y la más alta supera los 90 °C.	Las carnes, pescados, aves, huevos y otros alimentos conservados en frío pueden ser alterados por los psicrófilos.	Psicrófilos en los alimentos: Alcalígenes, Pseudomonas y Streptococcus. Streptococcus faecalis, Listeria monocytogenes y Yersinia enterocolitica son psicrotrofas, bacterias mesófilas que crecen en los límites de la psicrófila. Aspergillus, Cladosporium y Thamnidium, crecen a temperaturas de refrigeración. Las levaduras pueden ser psicrófilas y mesófilas, pero generalmente no termófilas. Esporulados: Bacillus y Clostridium que resisten altas temperaturas.	El éxito de la temperatura de conservación depende, de la calidad del alimento, en gran parte de la humedad relativa del medio y de la presencia o ausencia de gases, como CO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub> .
Humedad relativa (HR) del ambiente	Cuando la aw de un alimento es de 0.60, se debe almacenar en condiciones que no permitan recuperar humedad a partir del aire y así prevenir la proliferación microbiana.	Pollos enteros y filetes de vaca, hortalizas y frutas insuficientemente protegidas tienden a perder su humedad relativa hacia la atmósfera, haciéndose menos apetecibles.	Alta condensación de humedad alrededor y sobre el alimento, favorece el crecimiento de los microorganismos alteradores y aún patógenos.	El uso de barreras de vapor: ceras, forros de polietileno en cajas, cajas revestidas o empaques económicos y reciclables, evita que la HR, afecte la aw del producto.
Presencia y concentración de gases en el ambiente	Los alimentos en atmósferas con porcentajes crecientes de CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , y O <sub>3</sub> , hasta llegar alrededor del 10%, están almacenados en “atmósfera controlada” o almacenamiento c-a.	CO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub> son inhibidores competitivos de la acción del etileno, retrasan el envejecimiento y las alteraciones por hongos en frutas y en la superficie de los cuartos vacunos, por largo tiempo.	Los gases actúan de dos formas: por efecto tóxico directo, o por modificación en su composición, así inhiben o favorecen el crecimiento microbiano al alterar el ambiente. O <sub>2</sub> favorece las bacterias aerobias y hongos; el CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> y etileno las inhiben en especial a los hongos.	Las tecnologías utilizadas son: atmósfera modificada de empackado (MAP), controlada de empackado (CAP), controlada de almacenamiento (CAS), adición de CO <sub>2</sub> (DAC) y almacenamiento hipobárico.

Tomado y adaptado de:  
Jay et al., Microbiología Moderna de los Alimentos (Jay et al., 2009) y Hernández-Urzuá. Microbiología de los Alimentos (Hernandez-Urzuá, 2016).

Los factores implícitos resultan de la interacción de los intrínsecos y extrínsecos, están representados por las propiedades fisiológicas determinantes del tipo de flora microbiana que puede o no estar en un alimento, información fundamental para impedir o retardar el crecimiento microbiano teniendo en cuenta su ecología global, a través del diseño de estrategias para manipular aquellos de mayor incidencia en la inhibición microbiana. Dentro de estos factores están el estado fisiológico de los microorganismos ya sea que presente un daño subletal, sea viable pero no cultivable o como esporas; el grado de adaptación al sustrato, su velocidad de crecimiento y el tipo de asociaciones microbianas que se presenten sean estas de neutralidad, sinergismo o antagonismo (Hernández-Urzuá, 2016), (FDA, Food and Drug Administration, 2016).

La dificultad para recopilar numerosos valores exactos de muchas variables, hace necesario en muchos casos la construcción de modelos matemáticos para predecir el sistema de conservación más apropiado, y esto permitió el desarrollo de la microbiología predictiva, una herramienta útil para garantizar la inocuidad y calidad de un alimento. Los primeros modelos estadísticos tradicionales como el propuesto por Gompertz en 1825, se centraban en el crecimiento microbiano a diferentes niveles de pH y  $a_w$ , de temperatura y concentraciones de preservadores en un medio de laboratorio (Ray & Bhunia, 2010) y en la actualidad se puede tener acceso a través de internet a algunos modelos; siendo los comúnmente utilizados: ComBase (URL: <http://www.combase.cc/index.php/en/>), Pathogen Modeling Program (URL: <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=6788>), Growth Predictor & Perfringens Predictor (URL: <http://comicro.ifr.ac.uk/>) y Sym'Previous, que posee una base de datos integrada y un software de microbiología predictiva (URL: <http://symprevious.eu/en/>). Gracias a estas herramientas entre otras, se ha logrado predecir la actividad antimicrobiana sobre patógenos como *Salmonella* sp. y *L. monocytogenes* a partir de sustratos como pasta de curry rojo en leche de coco (Sapabguy & Yasurin, 2015), estimar la vida útil de alimentos almacenados a diferentes temperaturas con respecto al crecimiento de bacterias como el *B. cereus* (Heo, Kim, Ko, Ko & Paik, 2014) the observed data were applied to the Baranyi and Gompertz equations. The growth rate was dependent on temperature, but the effect of inoculation level on growth rate was not significant ( $P > 0.05$ , una técnica de modelado no lineal, denominada máquina de soporte

vectorial (SVM), y predecir la duración de la fase de latencia y el tiempo de generación de bacterias patógenas como *A. hydrophila*, con un mejor rendimiento predictivo sobre los métodos estadísticos tradicionales (Liu, Guan, & Schaffner, 2014), entre otras aplicaciones.

## **Microorganismos asociados a enfermedades transmitidas por alimentos**

Algunos trastornos físicos son resultado del consumo de alimentos y de agua contaminados con bacterias patógenas viables (o esporas en el caso del botulismo infantil) o productos que contienen toxinas de bacterias y mohos. Con base en las características de la enfermedad, se pueden dividir de manera arbitraria, en tres grupos: intoxicación o envenenamiento, infección y toxicoinfección (Ray & Bhunia, 2010).

En la intoxicación, el cuadro clínico se debe al consumo de toxinas bacterianas preformadas o de micotoxinas, no siendo necesario que tengan células viables cuando son consumidos para que se presente la enfermedad. Los síntomas aparecen pronto y a veces solo 30 minutos después de la ingestión, excepto con las micotoxinas y no hay fiebre. Los microorganismos asociados a intoxicaciones son el *S. aureus* que produce una enterotoxina termoestable en productos generalmente manipulados por varias personas o expuestos a temperaturas inadecuadas (César et al., 2015) y el *Cl. botulinum* que secreta una neurotoxina en frutas y verduras poco ácidas, pescados fermentados y conservas caseras elaboradas a partir de materia prima contaminada con las esporas (Sevenier, Delannoy, André, Fach & Remize, 2012).

En la infección, la enfermedad es el resultado del consumo de alimentos y agua contaminados por bacterias o virus enteropatógenos, que estén viables con capacidad de establecerse y multiplicarse en el tracto digestivo del consumidor. Por lo regular, los síntomas ocurren después de 24 horas, lo que depende del patógeno, que puede ser o no de naturaleza entérica. Los síntomas entéricos son locales, se deben a infección del tracto digestivo y al efecto de las toxinas, incluyen dolor abdominal, diarrea algunas veces acompañada de sangre, náusea, vómito y fiebre; causada por *Salmonella*, *Shigella*, *E.coli* enteropatógena (EPEC), *V. parahaemolyticus*, *C. jejuni* y *Y. enterocolitica*. Los síntomas entéricos o no, se presentan cuando patógenos como *L.monocytogenes*, *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *V.*

*vulnificus* y virus de la hepatitis A, o sus toxinas pasan por el intestino, pero dependen de qué otros órganos o tejidos internos invaden o afectan, y van acompañados de fiebre (Ray & Bhunia, 2010; Varela, Pérez-Lavalle & Estrada-Alvarado, 2016). Los alimentos asociados están relacionados con contaminación fecal-oral, en especial vegetales contaminados por aguas servidas; las salmonelosis con carnes de aves y huevos más que todo, y la EHEC, con los productos cárnicos más que todo de origen bovino (FDA, 2012).

Por último, en la toxicoinfección, los problemas de salud son por la ingestión de un gran número de células viables de bacterias patógenas presentes en agua y alimentos contaminados, las cuales esporulan, colonizan o mueren y liberan toxinas responsables de los síntomas de la gastroenteritis, como el *C. perfringens*, *B. cereus*, *V. cholerae* y *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), en mayor concentración que los de la flora que causa infecciones. Los alimentos asociados son diversos; en el caso de *C. perfringens* y ETEC están aquellos contaminados con materia fecal como productos cárnicos y vegetales; *V. cholerae* con heces de enfermos que contaminan aguas, aguas salobres o productos de origen marinos y *B. cereus*, principalmente en cereales o vegetales contaminados con las esporas (Hernandez-Urzuva, 2016; Ray & Bhunia, 2010; FDA, 2012).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que, en países en desarrollo, las ETA son la principal causa de morbilidad, asociadas a una carga socio-económica significativa y alrededor del 70% de las diarreas es por la ingesta de alimentos contaminados (Guerrero, 2016), lo que hace de la inocuidad alimentaria un tema universal.

En Europa, en el 2013, se presentaron 4196 brotes de origen alimentario, dando lugar a 43183 seres humanos infectados, 5946 hospitalizaciones y 11 muertes. En los Estados Unidos, se estima que 9.4 millones de episodios de ETA ocurren cada año, junto con 55961 hospitalizaciones y 1351 muertes. Hay un aumento significativo en la aparición de las ETA debido a las nuevas tendencias nutricionales que apoyan el consumo de comida cruda y fresca, productos secos y los ingredientes exóticos (Martinović et al., 2016). En Europa, la mayoría de los brotes del 2012 fueron por *Salmonella*, toxinas bacterianas, virus y *Campylobacter*, en Estados Unidos en 2013 las causaron en su orden, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Shigella*, *E.*

*coli*, productora de toxina shiga (STEC) O157, *Vibrio*, *Yersinia* y *Listeria* (Soto-Varela et al., 2016).

En Colombia, los agentes etiológicos identificados en brotes de ETA en 2010 fueron *Staphylococcus* coagulasa positiva, *E. coli* y *Salmonella* spp.; bacterias establecidas en la normativa nacional para los diferentes tipos de alimentos; no obstante, se demostró la presencia de otras bacterias, como *L. monocytogenes* y *Shigella* spp, de allí la necesidad de investigar otros patógenos (Soto-Varela et al., 2016). El Instituto Nacional de Salud (INS) de Colombia, a través del Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) hasta la semana epidemiológica 31 de 2016, registra 5670 casos de ETA; de los cuales confirmaron por clínica 2829, 1197 relacionados a algún agente etiológico y 1644 están en estudio para su clasificación final y se reportaron 14 brotes identificándose que por procedencia, Bogotá, Antioquia, Arauca, Boyacá, Barranquilla, Córdoba y Chocó registran el 74.1 % de los casos (INS, 2016), sin embargo, es poca la información sobre la realidad de las ETA.

De todas las publicaciones realizadas en Colombia durante los años 2010 a 2013 sobre análisis de alimentos se encontraron 16 artículos enfocados a la detección de los patógenos *Salmonella* spp, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *Aeromonas* spp y *Vibrio* spp, en productos de origen animal, desde crudos, como pescado y carnes, hasta listos para el consumo; no identificándose investigaciones relacionadas con otras bacterias causantes de ETA; siendo casi todas encaminadas a la búsqueda de microorganismos en el producto final y no a lo largo de la cadena productiva (Soto-Varela et al., 2016). Ejemplo de lo anterior, es el estudio de calidad de alimentos que se venden en las calles de la ciudad de Bogotá, y de consumo masivo como hamburguesas, pizza, fritanga, arepa, jugo de naranja, fruta, ensalada de frutas y postre de leche, en donde se identificó que en su mayoría excedieron las normas microbiológicas vigentes para aerobios mesófilos, coliformes totales y fecales, lo que los califica con riesgo sanitario alto (Campuzano, Mejía-Flórez, Madero-Ibarra & Pabón-Sánchez, 2015).

## Monitoreo

Es bien sabido, que la presencia de microorganismos en los alimentos, no significa necesariamente un peligro para el consumidor o una calidad inferior en estos productos, sin embargo, por el hecho que la mayoría de los

estudios se han realizado sobre productos finales, es necesario evaluar a lo largo del proceso o sea, desde la materia prima hasta el producto final, de igual forma identificar si hubo problemas durante el procesamiento a nivel de equipos, ambiente, operarios y empaques, y para lo cual se hace uso de los recuentos de indicadores y la búsqueda de la presencia o ausencia de patógenos.

El examen microbiológico rutinario para detectar patógenos y sus toxinas no es practicable en muchos laboratorios; no obstante, es imperativo realizarlos siempre que la información epidemiológica o de otro tipo que se disponga, sugiera o haga pensar en la presencia de un agente específico en un determinado alimento.

En la normatividad colombiana publicada por el INVIMA (<https://www.invima.gov.co>) y el ICONTEC (<https://www.icontec.org>), según el tipo de alimentos, en el examen microbiológico rutinario incluye cultivo y recuento de indicadores por gramo o mililitro de aerobios mesófilos, coliformes totales, *E. coli*, esporas de *Clostridium* sulfito reductor, mohos y levaduras, *Staphylococcus* coagulasa positivos y *Bacillus cereus*, información que permite concluir sobre la calidad de la materia prima, los procedimientos de limpieza, la efectividad del tratamiento térmico recibido, las prácticas del manipulador, las condiciones de almacenamiento y en especial la posibilidad de presencia de aquellos de origen fecal (Nerín et al., 2016). También se hace necesario el aislamiento e identificación en 25 gramos de muestra de *Salmonella* spp, *V. cholerae*, *E. coli* 0157:H7 y del patógeno oportunista, *L. monocytogenes*, una bacteria psicrotrofa capaz de causar graves infecciones en los seres humanos. La *L. monocytogenes* ha sido aislada en canales de cerdo (76%) , cortes de carne (5%) y derivados como chorizo (3%), salchicha (6%) y jamón (5%), siendo de interés los dos últimos, debido a que su consumo se da sin tratamiento térmico previo (Gamboa-Marín, Buitrago, Pérez-Pérez & Mercado, 2012), ganando importancia en la industria alimentaria ya que se detectó en 138 (10.4%) manipuladores de establecimientos de leches, cárnicos y sus derivados en varios departamentos de Colombia, encontrándose una asociación estadísticamente significativa entre su presencia y el grado de conocimiento y aplicación de prácticas de limpieza y desinfección (Barbosa et al., 2015).

En el agua potable excepto la envasada, la Resolución 2115, exige la determinación de coliformes, *E. coli*, quistes de *Giardia* y *Cryptosporidium*,

así como el uso de pruebas complementarias como el recuento de aerobios mesófilos, todo ello por 100 mL de agua (Resolución 2115, 2007). Del agua envasada, la Resolución 12186, establece la detección por pruebas de presencia ausencia en 100 mL de coliformes totales, coliformes fecales y *P. aeruginosa* y como complementaria, el recuento de aerobios mesófilos (Resolución 12186, 1991).

Adicional a los métodos tradicionales, están los rápidos que buscan acortar el tiempo de respuesta, uno de los retos objeto de mayores innovaciones tecnológicas, como la citometría de flujo que permite la detección de patógenos y otros microorganismos contaminantes sin necesidad de hacer cultivos de modo que la muestra puede ser analizada directamente (Juzwa & Czaczyk, 2012) including methods requiring cultivation step. It enables the detection of pathogens and other microorganisms contaminants without the need to culture microbial cells meaning that the sample (water, waste or food e.g. milk, wine, beer, y las ómicas de alimentos “foodomics” que ofrecen considerables oportunidades para evaluar la producción, efectuar y monitorear la calidad e inocuidad de los alimentos, en especial para detectar *L. monocytogenes* (Bird et al., 2015) , *E. coli* O157, *Helicobacter pylori*, *Salmonella* y *Campylobacter* spp (Alves, Marques, Pereira, Hirooka, & De Oliveira, 2012), que representan una seria amenaza para la salud pública mundial (Martinović et al., 2016).

Estas herramientas “ómicas” permiten el estudio de los patógenos y de los alimentos que están contaminados con agentes microbianos y sus toxinas, suministran información confiable sobre sus actividades durante la infección, los brotes y periodos de recuperación. Son efectivas para identificar marcadores celulares del comportamiento adaptativo de los patógenos bajo condiciones de estrés y de contaminación microbiana, y comprenden la genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica y lipidómica (Giacometti & Josic, 2013) y aunque se han evaluado sus ventajas y limitaciones (Palomino-Camargo & González-Muñoz, 2014), es continuo su estudio para ofrecer técnicas que permitan evaluar no solo el producto final, sino el proceso de elaboración de los alimentos.

En Colombia como en otros países, en los últimos años ha crecido el número y variedad de los alimentos que se sirven al público en restaurantes, comedores, supermercados, hospitales, guarderías, ventas callejeras y aún en nuestras casas, además, cada día es mayor el número de personas que

comen fuera de casa. Esto, sumado al incremento objetivo del número de casos de ETA, los cambios en los sistemas de producción debido a la elevada presión por parte de las empresas procesadoras de alimentos por conseguir altos rendimientos, la agricultura y ganadería “orgánica”, el aumento en el comercio internacional, la aparición de nuevos productos debido a las exigencias del público como los deportistas y de la población vulnerable como ancianos, infantes, inmunosuprimidos y embarazadas, los malos hábitos en la cocina y, un incremento por parte de la población, las empresas procesadoras de alimentos y las instituciones reguladoras en la percepción del riesgo que implica el consumo de alimentos no inócuos, ha motivado el desarrollo actual de estrategias para controlar a lo largo de las etapas del procesamiento, los diferentes peligros y factores de riesgo asociados en especial los microbiológicos, a fin de garantizar el consumo de productos de buena calidad tanto desde el punto de vista comercial como sanitario; situación que no solo es una obligación, sino una cuestión de inversión, puesto que si un turista se enferma, no regresará al país y a la vez lo desprestigiará. Y, aunque en Colombia hay legislación vigente y en algunos casos aplicable, esta no es suficiente, y en ocasiones no hay leyes específicas como sucede con las setas comestibles; todos los días aparecen patógenos emergentes que no se sabe si están asociadas a abortos espontáneos o a enfermedades que antes eran de baja prevalencia y que cuando hay casos o brotes de ETA, se identifica un subregistro porque los realmente enfermos asisten a consulta, con el agravante que la clínica es la que define el diagnóstico, siendo pocos los confirmados y no dándosele verdadera importancia a los patógenos responsables.

A toda esta problemática, hay que agregar que muchas de las pruebas para el estudio microbiológico aprobadas, se centran en la búsqueda de indicadores y patógenos en etapa final y no durante el proceso, con resultados en 3, 4 y más días, por lo que es una gran necesidad contar con nuevas tecnologías rápidas, mejores y más accesibles. Existen en el mercado métodos rápidos, pero en su mayoría son costosos o no se aceptan como pruebas de referencia, sin embargo, cada vez son más utilizadas, aun cuando por lo general se usan acompañadas de las pruebas tradicionales, porque el objetivo de las empresas es garantizar la inocuidad de sus productos.

Pero hay muchos casos que requieren de una vigilancia continua por parte de las entidades reguladoras, con posibilidades siempre limitadas, para controlar todos los alimentos que se fabrican o expendien, en especial aquellos

que se ha demostrado son mal manejados en sitios donde el consumidor accede de manera directa, con el riesgo que esto conlleva para la salud, quien es importante en toda la cadena alimenticia, por tanto debe exigir calidad, aprender a adquirir y dar manejo adecuado a lo que consume, para lo cual la educación es esencial.

## Conclusión

Por todo lo anterior, es imperioso que en el siglo XXI, se vea fortalecido el trabajo mancomunado en el marco de un compromiso serio por parte de todos los protagonistas que participan desde la adquisición, transporte, recepción, almacenamiento, preparación previa y preparación final hasta el servido y/o venta, todo de la mano de una estrecha vigilancia por parte de los entes reguladores, a fin de reducir la posibilidad de contaminación de los alimentos y así, garantizar productos inocuos, ayudando a la reducción de los casos de ETA, todo ello con el impacto que tiene sobre la salud y la economía de los países.

## Referencias

- Al-Nabulsi, A. A., Olaimat, A. N., Osaili, T. M., Ayyash, M. M., Abushelaibi, A., Jaradat, Z. W., ... Holley, R. A. (2015). Behavior of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* during fermentation and storage of camel yogurt. *Journal of Dairy Science*, 1–10. <http://doi.org/10.3168/jds.2015-9872>
- Alves, J., Marques, V. V., Pereira, L. F. P., Hirooka, E. Y., & De Oliveira, T. C. R. M. (2012). Multiplex PCR for the detection of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in chicken meat. *Journal of Food Safety*, 32(3), 345–350. <http://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2012.00386.x>
- Asiegbu, C. V., Lebelo, S. L., & Tabit, F. T. (2016). The food safety knowledge and microbial hazards awareness of consumers of ready-to-eat street-vended food. *Food Control*, 60, 422–429. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.021>
- Barbosa, A. V., Cerqueira, A. de M. F., Rusak, L. A., dos Reis, C. M. F., Leal, N. C., Ernesto, H., & Vallim, D. C. (2015). Characterization of epidemic clones of *Listeria monocytogenes* serotype 4b isolated from

- humans and meat products in Brazil. *Journal of Infection in Developing Countries*, 9(9), 962–969. <http://doi.org/10.3855/jidc.5639>
- Bejarano-Roncancio, J. J., & Castillo-Quiroga, Y. M. (2013). Major microbiological contaminants in infant milk formulas 1. *CienciaUAT*, 25(1), 42–48. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bejarano-Roncancio, J. J., & Suarez- Latorre, L. M. (2015). del consumo de los alimentos de, 47(3), 349 –360. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v47n3-2015011>
- Bird, P., Flannery, J., Crowley, E., Agin, J., Goins, D., Monteroso, L., ... Bastin, B. (2015). Evaluation of 3M (TM) molecular detection assay (MDA) *Listeria monocytogenes* for the detection of *Listeria monocytogenes* in selected foods and environmental surfaces: Collaborative study, first action 2014.07. *Journal of AOAC International*, 98(4), 980–992. <http://doi.org/10.5740/jaoacint.15-031>
- Blanco-Ríos, F. A., Casadiego-Ardila, G., & Pacheco, P. a. (2011). Calidad microbiológica de alimentos remitidos a un laboratorio de salud pública en el año 2009. *Revista de Salud Pública*, 13(6), 953–965. <http://doi.org/10.1590/S0124-00642011000600008>
- Blankson, G. K., & Mill-Robertson, F. C. (2016). Aflatoxin contamination and exposure in processed cereal-based complementary foods for infants and young children in greater Accra, Ghana. *Food Control*, 64, 212–217. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.12.032>
- Bokulich, N. A., Lewis, Z. T., Boundy-Mills, K., & Mills, D. A. (2016). A new perspective on microbial landscapes within food production. *Current Opinion in Biotechnology*, 37, 182–189. <http://doi.org/10.1016/j.copbio.2015.12.008>
- Burke, T., Young, I., & Papadopoulos, A. (2016). Assessing food safety knowledge and preferred information sources among 19-29 year olds. *Food Control*, 69, 83–89. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.019>
- Campdepadrós, M., Stchigel, A. M., Romeu, M., Quilez, J., & Solá, R. (2012). Effectiveness of two sanitation procedures for decreasing the microbial contamination levels (including *Listeria monocytogenes*) on food contact and non-food contact surfaces in a dessert-processing factory. *Food Control*, 23(1), 26–31. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.05.017>

- Campuzano, S., Flórez, D. M., Ibarra, C. M., & Sánchez, P. P. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá DC. *Nova*, 13(23), 68–72. Retrieved from [www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n23/v13n23a08.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n23/v13n23a08.pdf)
- Carrasco, E., Morales-Rueda, A., & García-Gimeno, R. M. (2012). Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: A review. *Food Research International*, 45(2), 545–556. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.004>
- Castillo, V. L., Peña, Y. P., Hernández, M. E., & Pereda, G. (2013). Especies patógenas de *Vibrio* aisladas en alimentos de origen marino, 1, 31–43. Retrieved from [www.revicubalimentanut.sld.cu/Vol\\_23\\_1/Articulo\\_23\\_1\\_31\\_43.pdf](http://www.revicubalimentanut.sld.cu/Vol_23_1/Articulo_23_1_31_43.pdf)
- Catellani, P., Miotti Scapin, R., Alberghini, L., Radu, I. L., & Giaccone, V. (2014). Levels of microbial contamination of domestic refrigerators in Italy. *Food Control*, 42, 257–262. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.025>
- César, J. G., Peres, A. M., Abreu, E. T. de, Mello, J. F. de, & Rodrigues, K. L. (2015). Microbiological assessment of lettuce salads and antimicrobial resistance of *Staphylococcus* spp, 32(5), 2280–2285. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9632>
- Choi, J., Norwood, H., Seo, S., Sirsat, S. A., & Neal, J. (2016). Evaluation of food safety related behaviors of retail and food service employees while handling fresh and fresh-cut leafy greens. *Food Control*, 67, 199–208. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.044>
- Congreso de Colombia. (23 de diciembre de 1997). Reglamenta parcialmente la ley 9 de 1979 (Decreto 3075). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Durand, L., Planchon, S., Guinebretiere, M. H., André, S., Carlin, F., & Remize, F. (2015). Contamination pathways of spore-forming bacteria in a vegetable cannery. *International Journal of Food Microbiology*, 202, 10–19. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.02.019>
- El-Kholy, A. M., El-Shinawy, S. H., Meshref, A. M. S., & Korany, A. M. (2014). Microbiological quality of domiati cheese and the influence of probiotics on the behavior of *Staphylococcus aureus* and *Esch-*

- erichia coli* O157: H7 in domiati cheese. *Journal of Food Safety*, 34(4), 396–406. <http://doi.org/10.1111/jfs.12157>
- Faour-Klingbeil, D., Todd, E. C. D., & Kuri, V. (2016). Microbiological quality of ready-to-eat fresh vegetables and their link to food safety environment and handling practices in restaurants. *LWT - Food Science and Technology*, 74, 224–233. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.051>
- FDA Food and drug administration. (2016). *Evaluation and definition of potentially hazardous foods - chapter 3. Factors that influence microbial growth*. Retrieved from <http://www.fda.gov/Food/Food-ScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm094145.htm>
- Fehlhaber, K., & Janetschke, P. (1995). *Higiene Veterinaria de los Alimentos* (1a edición). Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Food and Drug Administration. (2012). *Bad bug book: Handbook of Food-borne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins*. Retrieved from [www.fda.gov/downloads/Food/.../BadBugBook/UCM297627.pdf](http://www.fda.gov/downloads/Food/.../BadBugBook/UCM297627.pdf)
- Gamboa-Marín, A., Buitrago, S., Pérez-Pérez, K., Mercado, M. M., Poutou-Piñales, R., & Carrascal-Camacho, A. (2012). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in pork-meat and other processed products from the Colombian swine industry. *Revista MVZ Cordoba*, 17(1), 2827–2833. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682012000100004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682012000100004)
- Gharieb, R. M., Tartor, Y. H., & Khedr, M. H. E. (2015). Non-Typhoidal *Salmonella* in poultry meat and diarrhoeic patients: prevalence, antibiogram, virulotyping, molecular detection and sequencing of class I integrons in multidrug resistant strains. *Gut Pathogens*, 7, 34. <http://doi.org/10.1186/s13099-015-0081-1>
- Giacometti, J., & Josic, D. (2013). Foodomics in microbial safety. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 52, 16–22. <http://doi.org/10.1016/j.trac.2013.09.003>
- Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., & Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), 544–548. <http://doi.org/10.1016/j.fct.2009.11.029>

- Grassi, M. A., Nucera, D., Lomonaco, S., & Civera, T. (2013). Growth potential of *Listeria monocytogenes* in fresh sauces for pasta. *Food Control*, 30(1), 288–291. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.07.016>
- Guerrero, J. A. (2016). Enfermedades Transmitidas por alimentos. Protocolo de vigilancia en salud pública. *Instituto Nacional De Salud*, 3–4. Retrieved from [http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos\\_SIVIGILA/PRO\\_Enfermedades\\_Trans\\_por\\_alimentos.pdf](http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos_SIVIGILA/PRO_Enfermedades_Trans_por_alimentos.pdf).
- Haghi, F., Zeighami, H., Naderi, G., Samei, A., Roudashti, S., Bahari, S., & Shirmast, P. (2015). Detection of major food-borne pathogens in raw milk samples from dairy bovine and ovine herds in Iran. *Small Ruminant Research*, 131, 136–140. <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.08.005>
- Haghighat-Afshar, N., Fakhernia, M., Hassanzadazar, H., Teymori, R., Bolouki, M., Korepaz, A., ... Bahmani, M. (2014). Evaluation of microbial contamination of produced juice and concentrate in West Azarbaijan Province, north west of Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(Suppl 2), S830–S832. [http://doi.org/10.1016/S2222-1808\(14\)60736-2](http://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60736-2)
- Haileselassie, M., Taddele, H., & Adhana, K. (2012). Source ( s ) of contamination of “ raw ” and “ ready -to- eat ” foods and their public health risks in Mekelle City, Ethiopia. *Journal of Food and Agriculture Science*, 2(February), 20–29. <http://doi.org/10.5897/ISAAB-JFAS11.030>
- Hassan, A., Farouk, H., Hassanein, F., & Abdul-Ghani, R. (2011). Currency as a potential environmental vehicle for transmitting parasites among food-related workers in Alexandria, Egypt. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 105(9), 519–524. <http://doi.org/10.1016/j.trstmh.2011.05.001>
- Havelaar, A. H., Brul, S., de Jong, A., de Jonge, R., Zwietering, M. H., & ter Kuile, B. H. (2010). Future challenges to microbial food safety. *International Journal of Food Microbiology*, 139(SUPPL. 1), S79–S94. <http://doi.org/doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.10.015>
- Heo, C., Kim, H. W., Ko, K. Y., Kim, K. T., & Paik, H. D. (2014). Estimation of Shelf Life with Respect to *Bacillus cereus* Growth in Tteokgalbi

- at Various Temperatures Using Predictive Models. *Journal of Food Safety*, 34(4), 283–291. <http://doi.org/10.1111/jfs.12124>
- Hernandez-Urzua, M. A. (2016). *Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y aplicaciones en Ciencias de la Salud* (1a edición). México D.F., México: Editorial Médica Panamericana S.A.
- Instituto Nacional de Salud. (2016). Enfermedades no transmisibles. *Boletín Epidemiológico Semanal*, 1–5. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2009). *Microbiología Moderna de los alimentos* (5a edición). Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Jiménez-Edeza, M., Chaidez-Quiroz, C., & León-Félix, J. (2012). Calidad microbiológica de carne de res comercializada en el mercado municipal de Culiacán, Sinaloa. *Veterinaria Mexico*, 43(4), 273–284. Retrieved from [www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v43n4/v43n4a2.pdf](http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v43n4/v43n4a2.pdf)
- Józwa, W., & Czaczyk, K. (2012). Flow cytometric analysis of microbial contamination in food industry technological lines - initial study. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 11(2), 111–119. Retrieved from <http://www.food.actapol.net/volume11/issue2>
- Liguori, G., Cavallotti, I., Arnese, A., Amiranda, C., Anastasi, D., & Angelillo, I. F. (2010). Microbiological quality of drinking water from dispensers in Italy. *BMC Microbiology*, 10(19), (26 January 2010). <http://doi.org/10.1186/1471-2180-10-19>
- Liu, J., Guan, X., & Schaffner, D. W. (2014). Prediction of the Growth Behavior of *Aeromonas hydrophila* Using a Novel Modeling Approach: Support Vector Machine. *Journal of Food Safety*, 34(4), 292–299. <http://doi.org/10.1111/jfs.12125>
- Martinovi, T., Andjelković, U., Gajdošik, M. Š., Rešetar, D., & Josić, D. (2016). Foodborne pathogens and their toxins. *Journal of Proteomics*. <http://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.029>
- Masana, M. O. (2015). Factores impulsores de la emergencia de peligros biológicos en los alimentos Drivers for the emergence of biological hazards in foods. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(1), 1–3. <http://doi.org/10.1016/j.ram.2015.01.004>
- Medeiros, M. A. N., Oliveira, D. C. N., Rodrigues, D. D. P., & Freitas, D. R. C. De. (2011). Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonel-*

- la in chicken carcasses at retail in 15 Brazilian cities. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 30(6), 555–560. <http://doi.org/10.1590/S1020-49892011001200010>
- Mekonen, Y. M., & Melaku, S. K. (2014). Significance of HACCP and SSOP in Food Processing Establishments. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 9(2), 121–126. <http://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.84199>
- Mercado, M., Avila, J., Rey, M., Montoya, M., Gamboa, A., Carrascal, A. K., & Correa, D. X. (2012). Brotes por *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* asociados al consumo de pollo. Revisión sistemática de la literatura. *Biomédica*, 32(3), 375–385. <http://doi.org/10.7705/biomedica.v32i3.697>
- Ministerio de Salud. (2011). Análisis microbiológico de los alimentos. *Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos*, 1–175. Retrieved from [http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/analisis\\_microbiologico\\_de\\_los\\_alimentos\\_vol\\_i.pdf](http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_i.pdf)
- Ministerio de Salud (20 de septiembre de 1991). Condiciones para los procesos de obtención, envasado y comercialización de agua potable con destino a consumo humano (Resolución 12186). Retrieved from [https://www.invima.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=510:resolucion-12186-septiembre-201991&catid=304:resolucion-1999&Itemid=2135](https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=510:resolucion-12186-septiembre-201991&catid=304:resolucion-1999&Itemid=2135)
- Ministerio de Salud de Colombia. (18 de enero del 2002). Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de control crítico - HACCP en las fábricas de alimentos, (Decreto 60). DO 44686.
- Ministerio de Salud y Protección Social (11 de marzo de 2015). (n.d.). Clasificación de los alimentos para consumo humano (Resolución 0719). Retrieved from <https://www.invima.gov.co/resoluciones-en-alimentos/resoluciones/alimentos/resolucion-0719-de-2015-pdf/download.html>.
- Ministerio de Salud y Protección Social (12 de marzo de 2014). Reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los importadores y exportadores de alimentos (Decreto 539). Retrieved from <https://www.invima.gov.co/normatividad/decretos/decretos/alimentos/decreto-539-de-2014-pdf/download.html>.

- Ministerio de Salud y Protección Social (22 de julio del 2013). Reglamenta el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012 (Resolución 2674). Retrieved from <https://www.invima.gov.co/resoluciones-en-alimentos/resoluciones/alimentos/resolucion-2674-2013-pdf/download.html>.
- Ministerio de Salud y Protección Social (25 de marzo de 2014). Modifica el artículo 21 del decreto 539 de 2014 (Decreto 590). DO: 49103.
- Ministerios de la Protección Social y de Ambiente vivienda y desarrollo territorial (22 de junio de 2007). Vigilancia para la calidad del agua para consumo humano (Resolucion 2115). DO: 46679.
- Mizan, M. F. R., Jahid, I. K., & Ha, S. Do. (2015). Microbial biofilms in seafood: A food-hygiene challenge. *Food Microbiology*, 49, 41–55. <http://doi.org/10.1016/j.fm.2015.01.009>
- Møller, C. O. A., Sant'Ana, A. S., Hansen, S. K. H., Nauta, M. J., Silva, L. P., Alvarenga, V. O., ... Hansen, T. B. (2016). Evaluation of a cross contamination model describing transfer of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* during grinding of pork and beef. *International Journal of Food Microbiology*, 226, 42–52. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.03.016>
- Monge, C., Chaves, C., & Arias, M. L. (2011). Comparación de la calidad bacteriológica de la lechuga (*Lactuca sativa*) producida en Costa Rica mediante cultivo tradicional, orgánico o hidropónico. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 61(1), 69–73. Retrieved from [http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222011000100009](http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222011000100009)
- Nayak, D. N., Savalia, C. V., Kalyani, I. H., Kumar, R., & Kshirsagar, D. P. (2015). Isolation, identification, and characterization of *Listeria* spp. from various animal origin foods. *Veterinary World*, 8(6), 695–701. <http://doi.org/10.14202/vetworld.2015.695-701>
- Nerín, C., Aznar, M., & Carrizo, D. (2016). Food contamination during food process. *Trends in Food Science and Technology*, 48, 63–68. <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.12.004>
- Oliveira, J., Cunha, A., Castilho, F., Romalde, J. L., & Pereira, M. J. (2011). Microbial contamination and purification of bivalve shellfish: Crucial aspects in monitoring and future perspectives - A mini-review. *Food Control*, 22(6), 805–816. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.11.032>

- Oyeyemi, O. T., Agbaje, M. O., & Okelue, U. B. (2016). Food-borne human parasitic pathogens associated with household cockroaches and houseflies in Nigeria. *Parasite Epidemiology and Control*, 1(1), 10–13. <http://doi.org/10.1016/j.parepi.2015.10.001>
- Palomino-Camargo, C., & González-Muñoz, Y. (2014). Molecular techniques for detection and identification of pathogens in food: advantages and limitations. *Revista Peruana de Medicina Experimental Y Salud Pública*, 31(3), 535–546. Retrieved from [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342014000300020&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000300020&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Pla, M. L., Oltra, S., Esteban, M. D., Andreu, S., & Palop, A. (2015). Comparison of Primary Models to Predict Microbial Growth by the Plate Count and Absorbance Methods. *BioMed Research International*, 2015. <http://doi.org/10.1155/2015/365025>
- Rajkovic, A., Smigic, N., & Devlieghere, F. (2010). Contemporary strategies in combating microbial contamination in food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 141(SUPPL.), S29–S42. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.12.019>
- Ray, B., & Bhunia, A. K. (2010). *Fundamentos de Microbiología de los Alimentos* (4a Edición). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Sánchez, J., Correa, M., & Castañeda-Sandoval, L. M. (2016). *Bacillus cereus* un patógeno importante en el control microbiológico de los alimentos. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(2). <http://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a12>
- Sapabguy, C., & Yasurin, P. (2015). Natural antibacterial activity of Thai Red Curry paste in Coconut Milk based Curry ; Kang-Kati , model on *Salmonella* sp . and *Listeria monocytogenes*, 12(5), 473–480. <http://doi.org/doi:10.14456/WJST.2015.82>
- Sevenier, V., Delannoy, S., André, S., Fach, P., & Remize, F. (2012). Prevalence of *Clostridium botulinum* and thermophilic heat-resistant spores in raw carrots and green beans used in French canning industry. *International Journal of Food Microbiology*, 155(3), 263–268. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.02.009>
- Shale, K., Mukamugema, J., Lues, R., J., & Venter, P. (2014). Possible microbial and biochemical contaminants of an indigenous banana

- beer “Urwagwa”: A mini review. *African Journal of Food Science*, 8(7), 376–389. <http://doi.org/10.5897/AJFS12.134>
- Soto-Varela, Z., Pérez-Lavalle, L., & Estrada-Alvarado, D. (2016). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos : una mirada en colombia Bacteria causing of foodborne diseases : an overview at colombia, 32(1), 105–122. Retrieved from [www.redalyc.org/pdf/817/81745985010.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/817/81745985010.pdf)
- Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., & Frank, J. M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43(7), 1745–1765. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.003>
- Van Bossuyt, M., Van Hoeck, E., Vanhaecke, T., Rogiers, V., & Mertens, B. (2016). Printed paper and board food contact materials as a potential source of food contamination. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 81(1935), 10–19. <http://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.06.025>
- Van Doren, J. M., Neil, K. P., Parish, M., Gieraltowski, L., Gould, L. H., & Gombas, K. L. (2013). Foodborne illness outbreaks from microbial contaminants in spices, 1973-2010. *Food Microbiology*, 36(2), 456–464. <http://doi.org/10.1016/j.fm.2013.04.014>
- Venturini, M. E., Reyes, J. E., Rivera, C. S., Oria, R., & Blanco, D. (2011). Microbiological quality and safety of fresh cultivated and wild mushrooms commercialized in Spain. *Food Microbiology*, 28(8), 1492–1498. <http://doi.org/10.1016/j.fm.2011.08.007>
- Webb, M., & Morancie, A. (2015). Food safety knowledge of foodservice workers at a university campus by education level, experience, and food safety training. *Food Control*, 50, 259–264. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.002>
- Winkelströter, L. K., Teixeira, F. B. dos R., Silva, E. P., Alves, V. F., & De Martinis, E. C. P. (2014). Unraveling Microbial Biofilms of Importance for Food Microbiology. *Microbial Ecology*, 68(1), 35–46. <http://doi.org/10.1007/s00248-013-0347-4>
- Wu, X., & Su, Y. C. (2014). Growth of *Staphylococcus aureus* and enterotoxin production in pre-cooked tuna meat. *Food Control*, 42, 63–70. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.039>

- Yoon, Y., Lee, S., & Choi, K.-H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control*, 63, 201–215. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.013>
- Zhang, Y., Tan, G., & Qu, W. (2015). Application of Hazard Analysis and Critical Control Point in quality of mineral water for athletes, 7(3), 136–143. Retrieved from [chimie-biologie.ubm.ro/carpathian\\_journal/Vol\\_7\(3\)\\_2015.pdf](http://chimie-biologie.ubm.ro/carpathian_journal/Vol_7(3)_2015.pdf)



## Capítulo 6

# Representación social del consumo de carne de cerdo desde la perspectiva de las mujeres cartageneras

Elincer Elles Navarro<sup>1</sup>  
Rafael Núñez<sup>2</sup>  
Yudieth Arrieta Álvarez<sup>3</sup>

### Resumen

---

Las Autoridades Sanitarias promueven políticas que permiten garantizar el derecho a la alimentación sana, los programas nutricionales deben incluir las Representaciones sociales como un insumo importante del diseño por la influencia que ellas tienen sobre la conducta alimentaria. El objetivo de la investigación es describir la representación social, las prácticas higiénicas, preparación y valor nutricional del consumo de carne de cerdo en mujeres cartageneras, a través de la aplicación de un cuestionario en el I y II periodo de 2013, se utilizó una muestra de 342 mujeres. Los resultados mostraron que el grupo etario más frecuente es el comprendido entre 30 a 40 años, el nivel educativo que predominó es secundario, la población respondió que la carne es económicamente accesible, consumen la carne de 1 a 2 veces por semana, que es un alimento nutritivo, pero es un riesgo para la salud por la presencia de microorganismos y grasas, el lugar de compra de la carne es almacén de cadena y observan la textura y color, compran el producto fresco, al preparar la carne no utilizan

---

1 Máster en Gestión alimentaria. Docente. Corporación Universitaria

2 Programa de Bacteriología. Grupo GEPSA. Línea de investigación ambiente y Salud. Elincer.elles@curnvirtual.edu.co

3 Bacteriólogo egresado. Corporación Universitaria Rafael Núñez. Programa de Bacteriología.

tabla y cuchillo diferentes para hacer otros cortes de otros alimentos y la forma de cocción utilizada es frito.

**Palabras clave:** Cerdo, prácticas higiénicas, representación social, valor nutricional, ama de casa

## Introducción

La alimentación está relacionada con las representaciones sociales (RS) asociadas a los alimentos, Moscovici, uno de los primeros investigadores de las RS, las define como formas de pensamiento social que incluyen informaciones, creencias, actitudes, prácticas y experiencias. Las RS proveen contenidos significativos a los comportamientos y son útiles en el diseño de intervenciones. Los programas nutricionales deben incluir las RS como un insumo importante del diseño por la influencia que ellas tienen sobre la conducta alimentaria y el impacto de los programas. (Prada G, 2006) .

En gran parte de la población colombiana se presenta un enfoque muy negativo sobre la carne porcina, por aspectos como: mala para la salud, muy grasosa, produce colesterol, producida con poca higiene, alto precio, transmite enfermedades, alimento rico en calorías que favorece el aumento de peso, alimento rico en grasas saturadas perjudiciales para el corazón. (Melo, 2011) (Porcicol.org, 2012), pero a pesar de estos aspectos negativos el consumo de la carne de cerdo a nivel mundial y en Colombia va en aumento. La producción porcina está distribuida por todo el mundo, con exclusión de algunas regiones que mantienen ciertas reservas culturales y religiosas en relación con el consumo de carne de cerdo (FAO, 2013).

En los reportes de la Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura para 2012 y la Encuesta de Sacrificio de Ganado del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2012) se puede observar un crecimiento sostenido en el beneficio porcino así como de la carne de cerdo disponible. En el país, en la última década, la producción porcina ha aumentado en 108%: esta carne es para consumo interno. Se observa que en el periodo comprendido entre enero y mayo de 2011 se sacrificaron en el país 1.018.833 cabezas mientras que en 2012 en el mismo periodo fueron 1.136.557 cabezas, presentando un incremento del 11,55 %. (DANE, 2012) Así mismo la percepción que tienen las amas de casa sobre la carne de cerdo en el año 2011 mejoró frente al año 2010, así

lo reveló el estudio Brand Tracking & Brand Equity amas de casa. (Porcicol.org, 2012).

El consumidor juega un papel importante dentro de la producción y comercialización de carne, dado que es el único que puede exigir un producto con los respectivos estándares de calidad, no deben adquirir las canales colgadas, que esté en mesones de madera o expuestas al ambiente y en lugares donde no den garantía de lo que se adquiere. Actualmente el mercado de la carne de cerdo está demandando un producto exigido por el consumidor que reúna una serie de características o combinación de factores, como son: comestible, nutritivo, inocuo y atractivo en apariencia, apetitoso. En gran parte de la población hay un enfoque muy negativo sobre la carne porcina, principalmente en relación a la cantidad de grasa que contiene, en efecto, los aspectos que se analizan para determinar la calidad de las carnes pasan por el contenido de grasas, calorías y colesterol. Varios estudios relacionados han encontrado que la carne porcina contiene menores niveles de grasas y colesterol que muchos alimentos de origen animal. En gran parte de la población hay un enfoque muy negativo sobre la carne porcina, principalmente en relación a la cantidad de grasa que contiene, en efecto, los aspectos que se analizan para determinar la calidad de las carnes pasan por el contenido de grasas, calorías y colesterol. Varios estudios relacionados han encontrado que la carne porcina contiene menores niveles de grasas y colesterol que muchos alimentos de origen animal. En gran parte de la población hay un enfoque muy negativo sobre la carne porcina, principalmente en relación a la cantidad de grasa que contiene, en efecto, los aspectos que se analizan para determinar la calidad de las carnes pasan por el contenido de grasas, calorías y colesterol. Varios estudios relacionados han encontrado que la carne porcina contiene menores niveles de grasas y colesterol que muchos alimentos de origen animal. Para obtener producto de calidad los consumidores deben escoger el sitio adecuado para compra de su producto, ya que el beneficio, distribución y expendio son factores determinantes para la calidad de este producto; Además de escoger sitios adecuados para la compra de la carne de Cerdo los consumidores de este producto deben tener especial cuidado con la manipulación de esta carne en cada uno de los hogares, es así como las temperaturas de conservación, las temperaturas de cocción y las prácticas higiénicas utilizadas permiten que la carne mantenga sus propiedades órgano-sensoriales, nutritivas e

impidan la contaminación cruzada del producto (OMS, 2007). Citando lo anterior los riesgos para la salud humana pueden estar relacionados con la calidad e inocuidad del producto, cuyos aspectos están directamente relacionados con los procesos de sacrificio, la elaboración y el consumo (FAO, 2012) .

En la población Cartagenera se observan expendios de carne de cerdo unos con las condiciones adecuadas para la distribución y otros que a simple viste no cuentan con los parámetros exigidos por la con la resolución 4282 DE 2007 (21 de noviembre de 2007). (Ministerio de Protección social, 2007) Sumado a esto se encontró que en Colombia para el 2008 según última resolución del INVIMA hay alrededor de 18 plantas de desposte y 146 plantas de beneficio porcino registradas ante el INVIMA que presentaron plan gradual de Cumplimiento de las cuales ninguna planta pertenecen a Bolívar ni de Cartagena (INVIMA, 2008). Y según el diario del Huila en el país se presentó para el año 2013 un 25 por ciento de sacrificio ilegal (Diario del Huila, 2014).

Las Autoridades Sanitarias y la Comunidad Científica promueven políticas, sectoriales y comunitarias que permiten garantizar el derecho a la alimentación sana con equidad en las diferentes etapas del ciclo de vida, a través de estrategias enmarcadas en los siguientes componentes, disponibilidad y acceso a los alimentos, Consumo y aprovechamiento biológico e Inocuidad y calidad de los alimentos (Minsalud, 2012). El objetivo de la investigación es describir la representación social, las prácticas higiénicas, preparación y valor nutricional del consumo de carne de cerdo en mujeres cartageneras, la información obtenida permitirá identificar la procedencia de la carne de cerdo que consumen los cartageneros, las prácticas en su elaboración, los mitos referentes a este producto, si la población considera que es un producto nutritivo, si considera que es accesible a su presupuesto, dicha información puede servir a las Autoridades Sanitarias y la Comunidad Científica, asociaciones de poricultores a promover campañas de concienciación para formar a los consumidores en hábitos de vida saludables.

## **Materiales y Métodos**

Estudio descriptivo, basado en la utilización de técnicas cuantitativas de tipo cuestionario en el que fueron incluidas 342 mujeres con edades comprendidas entre 20 a 70 años seleccionados por muestreo aleatorio simple (Ospina, 2011; Ospina, 2011) a partir del número de habitantes Mujeres de Cartageneras con edades comprendidas entre 20 a 70 años que según datos del DANE (DANE, 2012) es de 136,600, utilizando un margen de confiabilidad del 95% (para un valor de  $Z=1,96$ ), un error de estimación o margen de error ( $\epsilon$ ) del 5% con un valor máximo de P y Q del 50% cada uno (0,5). Posteriormente se tuvieron en cuenta las consideraciones éticas y aplicación del cuestionario, en esta fase del proyecto se expone a las encuestadas sobre las consideraciones éticas de la investigación, firmando así el consentimiento informado como aprobación para hacer parte de la investigación y se aplica el cuestionario en la población seleccionada, el cuestionario está construido con 20 preguntas. Las cuales darán respuesta a los Datos personales (3 preguntas), Conocimiento acerca de las propiedades nutricionales de la carne de Cerdo (4 preguntas), Prácticas higiénico sanitarias en el manejo de la carne de cerdo y forma de preparación (8 preguntas) y Representación social (5 preguntas). La descripción de las variables se realizó mediante frecuencias e intervalos de confianza utilizando programa Excel estadística.

### **Declaración de aspectos éticos y conflicto de intereses**

Para su realización esta investigación tuvo en cuenta las normas éticas de la Declaración de Helsinki y la Resolución N° 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia. Se solicitó el consentimiento para que las mujeres pudieran participar en la investigación. Esta investigación fue realizada por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano. De igual forma se protegió la privacidad de los participantes.

## Análisis de los resultados

Se incluyeron 342 mujeres con edades comprendidas entre 20 a 70 años, en este estudio se encontró que la edad con mayor predominio es la comprendida entre 40 a 30 año con una frecuencia de 0,5439 (186/342; IC 95% 0,4909 a 0,5959).

El nivel educativo de la población fue secundaria con una frecuencia de 0,5029 (172/342; IC 95% 0,4502 a 0,5556). El estrato social más frecuente fue el estrato 2 con 0,3041 (104/342; IC 95% 0,2577 a 0,3548).

Con respecto a los conocimiento acerca de las propiedades nutricionales de la carne de cerdo la población de estudio considera que las proteínas de la carne de Cerdo tiene una calidad media con una frecuencia del 0,3889 (133/342; IC 95% 0,3387 a 0,4415). Con respecto al tipo de grasa que contiene la carne de cerdo la población de estudio no tiene conocimiento del tipo de grasa contiene la carne de Cerdo con una frecuencia de 0,6053 (270/342; IC 95% 0,5526 a 0,6556). Consideran que las grasas del Cerdo no son buenas para la salud con una frecuencia de 0,7836 (268/342 IC 95% 0,7370 a 0,8240). Entre la carne de Vaca, Cerdo y Pollo consideran que la carne de Cerdo es la que contiene mayor contenido de grasa con una frecuencia de 0,6053 (IC 95%; 0,5526 a 0,6556).

Ante las preguntas relacionadas con Practicas higiénico sanitarias en el manejo de la carne de Cerdo y formas de preparación se encontró que el lugar de compra de la carne de Cerdo es almacén de cadena con una frecuencia de 0,4298 (147/342; IC 95% 0,3784 a 0,4828). Al momento de comprar la carne de Cerdo la población observa la textura y color de la carne así como la presencia de bolsita transparente con una frecuencia de 0,8099 (277/342; IC 95% 0,7650 a 0,8480). Al comprar la carne de Cerdo la población lo adquiere fresco con una frecuencia del 0,7310 (250/342; IC 95% 0,6816 a 0,7752). Al comprar carne fresca la dejan fuera de la nevera menos de dos horas con una frecuencia de 0,959 (328/342; IC 95% 0,9325 a 0,9755).

Al preparar la carne de Cerdo no utilizan tabla y cuchillo diferentes para hacer otros cortes de verduras u otros alimentos con una frecuencia de 0,5468 (160/342; IC 95% 187/342; 0,4938 a 0,5987). La forma de cocción que más utiliza la población para preparar la carne de Cerdo es frito con

una frecuencia de 0,4678 (160/342; IC 95%; 0,4156 a 0,5208). Consumen la carne de Cerdo con piel con una frecuencia de 0,5556 (190/342; IC 95% 0,502 a 0,6073). Al cocinar la carne de Cerdo permiten que adquiera una coloración rosada con una frecuencia del 0,7544 (258/342; IC 95% 0,7061 a 0,7970).

Con respecto a la representación social de la carne de Cerdo la población de estudio respondió que la carne Cerdo es económicamente accesible con una frecuencia de 0,8509 (291/342; IC 95% 0,8092 a 0,8847). Consumen la carne de Cerdo de 1 a 2 veces por semana con una frecuencia de 0,8947 (306/342; IC 95% 0,8577 a 0,9230) consideran que la carne de Cerdo es un alimento nutritivo con una frecuencia de 0,5906 (202/342; IC 95% 0,5378 a 0,6415). Consideran que la carne de Cerdo es un riesgo para la salud con una frecuencia de 0,5702 (195/342; IC 95% 0,5172 a 0,6216). Y describen que la carne de Cerdo puede tener microorganismos que dañen la calidad del alimento y la salud del consumidor con una frecuencia de 0,7368 (252/342 IC 95% 0,6877 a 0,7807).

## Discusión

El análisis de los resultados se compararon con los estudios realizados (Porcicol.org, 2012) (Marotta., 2011) y (Marotta, 2010); En nuestro estudio se utilizó una población con edades comprendidas entre 20 a 70 años de cuatro niveles socioeconómicos y se realizaron 315 entrevistas igual que (Porcicol.org, 2012) donde el estudio tuvo como objetivo conocer el comportamiento y percepción de las amas de casa frente a la carne de cerdo y su posición frente a otras marcas. En total se realizaron 900 entrevistas a amas de casa entre 18 y 70 años de edad, de los 3 niveles socioeconómicos de Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla y Pereira.

Este estudio permitió identificar que las amas de casa cartageneras consideran que las grasas del Cerdo no son buenas para la salud con una frecuencia de 0,7836 resultado similar que se presentó en (Porcicol.org, 2012) donde el 70% de las mujeres considera que la carne de cerdo es una carne con mucha grasa y el 62% cree que es una carne que aumenta el colesterol. Igual que (Marotta., 2011) donde los consumidores ocasionales 40% consideran que la carne de cerdo es grasa o muy grasa.

Con respecto a la forma de cocción que más utiliza para preparar la carne de Cerdo respondieron frito con una frecuencia de 0,4678 igual que (Porcicol.org, 2012) donde el 42% de las amas de casa entrevistadas prefirieron la carne de cerdo frita, así mismo el 30% de la población prefiere la carne asada igual que en nuestro estudio donde hubo una frecuencia de 0,2544.

Se encontró que las amas de casa cartageneras compran la carne de Cerdo en almacén de cadena con una frecuencia de 0,4298 muy similar a (Porcicol.org, 2012) donde el 44% de las amas de casa también compraron carne de cerdo en los supermercados, pero la tienda o carnicería de barrio alcanzo un 53% a diferencia de nuestro estudio donde se encontró una frecuencia de 0,2632.

Las amas de casas cartageneras consumen la carne de Cerdo de 1 a 2 veces por semana con una frecuencia de 0,8947 en (Porcicol.org, 2012) el 35% de las amas de casa afirmaron que en sus hogares consumen carne de cerdo una vez por semana y 16% dos veces a la semana. Así mismo se comparan los resultados con (Marotta., 2011) donde se encontró que el 66% población consume frecuentemente el cerdo y más de la mitad de la población lo hace 2 a 3 veces por semana. Con respecto a la representación social de la carne de Cerdo la población de estudio respondió que la carne Cerdo es económicamente accesible con una frecuencia de 0,8509 a diferencia de (Porcicol.org, 2012) donde el 22% de las amas de casa sostuvieron que el precio sería el principal factor que influenciaría su compra y su consumo.

Al consultar a las amas de casa sobre la forma o presentación con la cual prefieren la carne de cerdo la población la prefiere fresca con frecuencia del 0,7310 a diferencia de (Porcicol.org, 2012) donde el 22 % de las entrevistadas respondió refrigerada o empacada, el 15 % en cortes delgados y bien tajada, el 9 % fresca y de buen color y el 9% limpia. También se comparó con (Marotta, 2010) donde la población manifestó que consume la carne de Cerdo fresco con 79,0%.

## Conclusiones

La mayoría de las mujeres encuestadas opinan que la carne de cerdo es nutritiva pero que poseen proteínas de calidad media, que contiene grasas que son perjudiciales para la salud, consideran que es un alimento que puede presentar microorganismos que pueden alterar la calidad del producto y la salud del consumidor, y tienen fallas en las prácticas higiénicas en la elaboración del producto, específicamente en la utilización de tablas y cuchillos. Consideran que la carne de cerdo es económicamente accesible y lo consumen en su mayoría de 1 a 2 veces por semana. La comunidad encuestada de mujeres residentes de Cartagena fue muy accesible al trabajo de investigación, al mismo tiempo que se mostraron interesadas realizando preguntas y queriendo tener más información acerca de esta temática, ya que, según lo notado, ellas se muestran creyentes de muchos mitos que rodean a la carne de cerdo como un producto riesgoso, dañino a la salud, pero que aun así lo consumen porque según manifiestan es rico al paladar.

## Recomendaciones

Estos resultados sugieren que es necesario dar más información a la población sobre las reales cualidades nutricionales de este producto, sobre el manejo higiénico de la carne de cerdo, cambiar mitos de que el producto es riesgoso para la Salud y como debe consumir el producto para adquirir una adecuada alimentación saludable.

## Referencias

- Codex Alimentarius. (2005). *CODE OF HYGIENIC PRACTICE FOR MEAT1*. Obtenido de Codex Alimentarius, Normas internacionales de los alimentos: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BR-CP%2B58-2005%252FCXP\\_058s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BR-CP%2B58-2005%252FCXP_058s.pdf)
- DANE. (Agosto de 2012). *DANE*. Obtenido de Boletín mensual INSUMOS Y FACTORES DE PRODUCCIÓN. La Carne de Cerdo en el mundo.: [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sip-sa/insumos\\_factores\\_de\\_producci%C3%B3n\\_agosto\\_2012.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sip-sa/insumos_factores_de_producci%C3%B3n_agosto_2012.pdf)

- Diario del Huila. (19 de Marzo de 2014). “El país tiene en este momento un 25 por ciento de sacrificio ilegal”. *Diario del Huila*.
- FAO. (2012). *Fao.org*. Obtenido de Departamento de agricultura y protección al consumidor: [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/Human\\_Health.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/Human_Health.html)
- FAO. (Abril de 2013). *FAO.org*. Obtenido de departamento de agricultura y protección al consumidor: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>
- FAO. (Marzo de 2015). *Organización de las naciones unidas para la Alimentación y Agricultura*. Obtenido de Departamento de agricultura y protección del consumidor. Producción y sanidad animal, Composición de la carne. : [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html)
- INVIMA. (4 de Noviembre de 2008). *Invima.gov.co*. Obtenido de [https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion\\_plan\\_gradual\\_dec1500.pdf](https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_plan_gradual_dec1500.pdf)
- Marotta. (2010). *Sitio Argentino de producción animal*. Obtenido de Consumo Per capita del consumo de carne de cerdo y fiambres en la capital federal.: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-X\\_congreso/33-consumo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-X_congreso/33-consumo.pdf)
- Marotta. (2011). *Jornada Nacional de Divulgación Técnico Científica 2011*. Obtenido de Encuesta a hogares de la Ciudad de La Plata en los que se consume carne de cerdo: <http://www.fveter.unr.edu.ar/jornadas2011/127.MAROTTA,E.%20VET-UNLP.%20Encuesta%20a....pdf>
- Melo, O. (Mayo de 2011). *Universidad para la cooperación internacional*. Obtenido de PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BPM EN PUNTOS DE VENTA: <http://www.uci.ac.cr/Biblioteca/Tesis/PFGMIA67.pdf>
- Ministerio de Protección social. (21 de Noviembre de 2007). *Minisalu.gov.co*. Obtenido de [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%204282%20DE%202007.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%204282%20DE%202007.pdf)
- Minsalud. (2012). *Dimensión Seguridad Alimentaria y Nutricional*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/dimension-seguridadalimentariaynutricional.pdf>

- OMS. (2007). *Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos*. Obtenido de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43634/1/9789243594637\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43634/1/9789243594637_spa.pdf)
- Ospina, D. (2011). En D. O. Botero, *Introducción al muestreo* (pág. 88). Bogotá: UNILIBROS.
- Porcicol.org. (2012). Amas de casa mejoraron percepción sobre la carne de Cerdo. *Porcicultura colombiana*, 36.
- Prada G, G. E. (2006). Representaciones sociales sobre alimentación saludable en población vulnerable. *Salud UIS*, 181-188.



Edición digital  
La industria de alimentos: desafíos para el siglo XXI  
Octubre de 2018  
Sincelejo, Sucre, Colombia

# La industria de alimentos: desafíos para el siglo XXI

En el sector de bienes de consumo se vienen observando grandes cambios y a una gran velocidad y esto es particularmente bien notorio en la industria de los alimentos. En esta, los cambios han estado influenciados por múltiples factores, entre ellos el incremento del número de casos de enfermedades transmitidas por los alimentos, los cambios demográficos que ha traído nuevos consumidores con nuevas necesidades, hogares más pequeños, la aparición de factores colaterales como los cambios en los sistemas de producción ante la elevada presión por conseguir altos rendimientos, la implementación de la agricultura y ganadería “orgánica”, el aumento en el comercio internacional que motivó cambios en los procedimientos de inspección y control, las nuevas formulaciones y envases, la motivación por el uso de comida étnica, la evidencia epidemiológica de la existencia de grupos de riesgo inmunosuprimidos, embarazadas, la detección de malos hábitos en la cocina, la tendencia a alimentarse fuera de casa debido a las distancias y horarios laborales, y el aumento en la percepción del riesgo ante la tendencia innovadora que busca sustituir el proceso de lavar, pelar y cocinar las materias primas por la venta y distribución de alimentos listos para consumo. Todo lo anterior, sumado a que los alimentos de origen vegetal son los más buscados por los consumidores ha establecido un cambio en los hábitos alimentarios