

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

# Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947  
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias del  
Agro,  
Ingeniería  
y Tecnología

**Año 17 N° 48**  
**Enero - Abril 2026**  
**Tercera Época**  
**Maracaibo-Venezuela**

## Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana: Un nuevo modelo de evaluación

Nancy Yolanda Monsalve-Estrada\*  
Diego Camilo Montenegro López\*\*  
Johnny Corredor Sarmiento\*\*\*

### RESUMEN

La inocuidad alimentaria es vital para proteger la salud pública y fortalecer la competitividad en el mercado global. Este estudio desarrolló un modelo para evaluar el cumplimiento de los estándares sanitarios establecidos por la normatividad colombiana en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), aplicando una metodología mixta, transeccional y no experimental, evaluando 31 criterios sanitarios agrupados en seis capítulos mediante las actas de Inspección del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima) en 57 empresas agroalimentarias del departamento del Meta. Los resultados revelaron un cumplimiento promedio del 74,6% (DE=7,85%). Destacaron fortalezas en rotulado de productos (98,25%) y salud del personal (90,30%), pero áreas críticas en trazabilidad y recall (60,17%), limpieza y desinfección (54,04%) y muestreo (55,86%). El análisis de correlaciones evidenció interdependencias significativas entre infraestructura, equipos y verificación de producto. No se encontraron diferencias significativas por tipo de producto o riesgo sanitario, indicando desafíos transversales. El modelo representa el primer diagnóstico integral regional, adaptable internacionalmente, con implicaciones para políticas de desarrollo territorial.

**PALABRAS CLAVE:** Industria alimentaria, Control de alimentos, Gestión industrial, Seguridad alimentaria.

\* Profesional en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Docente de la Universidad de Los Llanos, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8764-8699>. E-mail: nymonsalve@unillanos.edu.co

\*\* Biólogo, adscrito a la Fundación Chilloa, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3820-890X>. E-mail: dc.montenegro85@gmail.com

\*\*\* Médico Veterinario-Zootecnista. Director de Operaciones Sanitarias, INVIMA, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5404-3730>. E-mail: jcorredors@invima.gov.co

## Sanitary Standards in the Colombian Agri-Food Industry: New Evaluation Model

### ABSTRACT

Food safety is vital for protecting public health and strengthening competitiveness in the global market. This study developed a model to evaluate compliance with sanitary standards established by Colombian regulations on Good Manufacturing Practices (GMP), applying a mixed, cross-sectional, and non-experimental methodology, evaluating 31 sanitary criteria grouped into six categories through Inspection records from the National Institute for Food and Drug Surveillance (Invima) in 57 agri-food companies in the Meta department. Results revealed an average compliance of 74.6% (SD=7.85%). Strengths were highlighted in product labeling (98.25%) and personnel health (90.30%), but critical areas in traceability and recall (60.17%), cleaning and disinfection (54.04%), and sampling (55.86%). Correlation analysis evidenced significant interdependencies among infrastructure, equipment, and product verification. No significant differences were found by product type or sanitary risk, indicating cross-cutting challenges. The model represents the first comprehensive regional diagnosis, internationally adaptable, with implications for territorial development policies.

**KEYWORDS:** Food Industry, Food Control, Industrial Management, Food Security.

### Introducción

La inocuidad alimentaria es esencial para proteger la salud pública y el desarrollo sostenible de la industria agroalimentaria. El incumplimiento de estándares sanitarios genera enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), pérdidas económicas y limitaciones para acceder a mercados exigentes. La Organización Mundial de la Salud - OMS (2024), reporta 600 millones de casos anuales de ETAs, con 420.000 muertes mundiales, afectando sistemas de salud y comercio internacional, especialmente en países de ingresos bajos y medios (Grupo Banco Mundial, 2018).

En Colombia, el Instituto Nacional de Salud (INS, 2023), reportó 365 brotes de ETAs, reflejando un incremento con respecto al año anterior. Esto evidencia la necesidad de fortalecer los controles sanitarios y optimizar la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). El marco regulatorio está reglamentado por la Resolución 2674 de 2013 (Minsalud, 2013), pero su aplicación ha sido heterogénea debido a limitaciones financieras, desconocimiento

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115  
normativo y deficiencias de infraestructura (Niño-Apolinar & Alzate-Ibañez, 2022; Oliveros y otros, 2019).

Los retos de la inocuidad no son exclusivos de Colombia. En Iberoamérica persisten barreras estructurales para cumplir los estándares sanitarios y las BPM (CEPAL, FAO, ICA, 2019). En Ecuador se ha reportado bajo cumplimiento en queseras artesanales (Arteaga Solórzano R. y otros, 2021), en Brasil la implementación de HACCP es eficaz pero costosa para pequeñas empresas (Cusato y otros, 2014). y en Perú se evidenció relación directa entre gestión HACCP y productividad en restaurantes (Pesantes Arriola y otros, 2023). Estos hallazgos reafirman la necesidad de modelos de evaluación que midan y mejoren el cumplimiento normativo en la región.

**Marco teórico y aporte disciplinar.** La gestión de la inocuidad se sustenta en sistemas preventivos donde las BPM constituyen prerequisito para HACCP, estableciendo condiciones básicas de infraestructura, equipos, higiene y documentación (Trienekens & Zuurbier, 2008). La teoría de gestión de calidad total (TQM) complementa este enfoque, entendiendo la inocuidad como atributo crítico que requiere mejora continua y compromiso organizacional (Dora y otros, 2013). El aporte teórico de este trabajo es evidenciar empíricamente la interdependencia entre infraestructura, equipos, personal y procesos, mostrando que deficiencias en un componente generan efectos en cascada sobre los demás. Además, responde a una limitación de los estudios colombianos previos, centrados en sectores específicos y sin visión integral (Figueroa-Rojas y otros, 2023; Oliveros y otros, 2019; Puerto-Avendaño y otros, 2021).

**Contextualización regional y relevancia territorial.** El departamento del Meta ocupa un lugar estratégico en la producción agroindustrial colombiana, aunque su contribución al PIB nacional es solo del 1,4% (Guerrero & Castaño, 2024), lo que refleja baja competitividad y oportunidades desaprovechadas. La mejora en los estándares sanitarios permitiría acceso a mercados diferenciados y fortalecimiento de cadenas de valor, alineándose con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (DNP, 2023). No existen estudios integrales previos en la región, lo que limita la capacidad de diseñar estrategias de mejora basadas en evidencia. Este trabajo ofrece el primer diagnóstico ampliado a diferentes sectores, identificando brechas críticas y patrones de

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115 cumplimiento transversales, y aportando insumos para focalizar recursos en intervenciones de mayor impacto.

**Fundamentos epistemológicos y metodológicos del modelo.** El modelo se sustenta en el paradigma positivista, que permite cuantificación objetiva mediante análisis empírico (Creswell & Creswell, 2018; Guamán Chacha y otros, 2020). Se utilizaron los 31 criterios medibles a través del acta oficial del Invima (IVC-INS-FM114 V5). Esto posibilita identificar relaciones causales entre variables como tipo de producto y nivel de riesgo sanitario. Metodológicamente, se aplicó un diseño transeccional con enfoque mixto (Hernández-Sampieri y otros, 2014), que integra técnicas estadísticas descriptivas y pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y Rho de Spearman), reconociendo la inocuidad como fenómeno sistémico de múltiples componentes interdependientes.

En este marco, el objetivo del estudio es introducir un modelo de evaluación integral que considera a toda la industria alimentaria regional, diferenciándose de enfoques fragmentados y ofreciendo herramientas para diseñar estrategias de mejora y orientar futuras iniciativas de regulación y control. Este estudio no se limita a describir procedimientos metodológicos, sino que propone un modelo integral de evaluación de estándares sanitarios, estructurado en seis capítulos y 31 criterios, que permite identificar interdependencias y brechas críticas en la industria agroalimentaria. La metodología aplicada constituye el medio para validar empíricamente dicho modelo, lo que lo diferencia de estudios previos con enfoques fragmentados. De esta manera, se contribuye al fortalecimiento de la inocuidad y la competitividad agroalimentaria en Colombia.

## 1. Metodología

**Diseño del estudio.** Se realizó un estudio transversal, no experimental, con enfoque mixto y un muestreo no probabilístico por conveniencia, para evaluar el cumplimiento de la normatividad de BPM en empresas agroalimentarias de Colombia, conforme al acta IVC-INS-FM114, V5 del Invima. La población de estudio consistió en 57 empresas agroalimentarias del departamento del Meta, realizadas en el año 2022, seleccionadas según la disponibilidad de actas de inspección sanitaria proporcionadas por el Invima.

**Recolección de datos.** La recolección de datos se basó en las actas de inspección, que evalúan 31 criterios distribuidos en 6 capítulos (Tabla 1).

**Tabla 1. Criterios y Capítulos de BPM Evaluadas en el Acta de Inspección Sanitaria IVC-INS-FMII4, V5.**

Categoría	N°	Criterio
	1.1	localización y diseño adecuados
	1.2	Diseño de las instalaciones de elaboración de alimentos, procesamiento, empaque y almacenamiento.
	1.3	El diseño de las instalaciones de las áreas de proceso
	1.4	Pisos, paredes y techos
	1.5	El diseño, capacidad y dotación de las unidades sanitarias
	1.6	filtros sanitarios y estaciones de limpieza y desinfección.
	1.7	El sistema de drenajes
	1.8	El diseño del área de residuos sólidos y su ubicación
	2.1	equipos suficientes y adecuados
	2.2	Diseño sanitario y funcionamiento
	2.3	Programa de mantenimiento de equipos y utensilios.
	2.4	Calibración de equipos de medición.
	3.1	Programa de control de calidad de agua potable
	3.2	Programa integral de residuos sólidos.
	3.3	Programa de control integral de plagas.
	3.4	Programa de limpieza y desinfección de áreas, equipos y utensilio.
	4.1	Programa de educación sanitaria dirigido a los trabajadores.
	4.2	Prácticas higiénicas y dotación de los trabajadores.
	4.3	Estado de salud del personal manipulador de alimentos.
	5.1	Control de materia prima e insumos.
	5.2	Flujos ordenados, lineales y sin operaciones cruzadas.
	5.3	Control de variables de proceso
	5.4	Conservación de producto en proceso
	5.5	Control de envasado y embalaje.
	5.6	Sistema de aseguramiento y control de calidad.
	6.1	Programa de muestreo, cuarentena y liberación de producto.
	6.2	Vida útil del producto
	6.3	Almacenamiento de producto terminado.
	6.4	Rotulado del producto terminado.
	6.5	Trazabilidad, Recall y manejo de devoluciones.
	6.6	Transporte producto terminado

Nota. Fuente propia basada en los capítulos y criterios del acta de Inspección

**Instrumento de evaluación:** Para el análisis de estos datos, se diseñó una matriz en Microsoft Excel® estructurada de la siguiente manera: cada fila corresponde a una empresa evaluada, identificada con un número único para preservar su anonimato. Las columnas principales incluyen la identificación de la empresa, la categoría de productos, el riesgo sanitario, 31 columnas para los criterios de evaluación (uno por columna), y el promedio de cumplimiento de criterios. La categorización de productos se realizó mediante una clasificación numérica del 1 al 7: (1) Leche y derivados, (2) Condimentos, (3) Productos de panadería, (4) Snacks, (5) Frutas y vegetales procesados, (6) Cereales, y (7) Productos con agua como ingrediente principal. El riesgo sanitario se clasificó según la Resolución 719 de 2015 como: (1) Riesgo alto, (2) Riesgo medio, y (3) Riesgo bajo (Minsalud, 2015).

Cada criterio de la matriz se evaluó utilizando la siguiente escala: Aceptable (A) con 100% de cumplimiento, Aceptable con requerimientos (AR) con 50% de cumplimiento, e Inaceptable (I) con 0% de cumplimiento. El cumplimiento total por empresa se calculó como el promedio de los 31 criterios, mientras que el cumplimiento por categoría se obtuvo promediando los criterios de cada categoría para las 57 empresas.

**Análisis Estadístico.** El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva (media y desviación estándar) para cada criterio y categoría. Se realizó una prueba de normalidad, que no se cumplió, y una prueba de homocedasticidad mediante la prueba de Levene. Debido a la no normalidad de los datos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar los grupos según el riesgo sanitario y la categoría de productos procesados, con un nivel de significancia establecido de  $\alpha = 0.05$ , y la prueba de Rho de Spearman para realizar el estudio de Correlaciones. Para evaluar el comportamiento de las empresas, se planteó la hipótesis nula de que las empresas agroalimentarias se comportan de manera similar independientemente del tipo de producto procesado y su riesgo sanitario en salud pública, frente a la hipótesis alterna de que se comportan de manera diferente según estos factores. Los análisis estadísticos se realizaron en el software Minitab 18.

**Consideraciones éticas y limitaciones del estudio.** En este estudio se tomaron medidas para proteger la confidencialidad de las empresas evaluadas, teniendo en cuenta los principios básicos de la ética aplicada a la investigación según el Reporte Belmont (1979). Los datos se

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115  
manejaron de forma anónima, asignando códigos a cada empresa en lugar de usar sus nombres reales. La muestra se limitó a una sola toma de muestras (las empresas con actas de inspección disponibles), lo que podría introducir un sesgo de selección. Además, el diseño de muestreo no probabilístico limita la generalización estadística de los resultados al universo total de empresas agroalimentarias del Meta. Sin embargo, la diversidad de la muestra en términos de categorías de productos y niveles de riesgo sanitario permite identificar patrones transversales de cumplimiento relevantes para el contexto regional.

## 2. Resultados y discusión

Es necesario precisar que el aporte de este estudio no radica en la creación de nuevos criterios de evaluación, los cuales están establecidos en el acta IVC-INS-FM114 V5 del Invima, sino en el diseño de un modelo analítico integral que permite: (1) cuantificar sistemáticamente el cumplimiento mediante una escala estandarizada (A-Aceptable=100%, AR-Aceptable con Recomendaciones=50%, I-Inaceptable=0%); (2) identificar patrones de interdependencia entre capítulos mediante análisis de correlaciones; (3) comparar el desempeño entre categorías de productos y niveles de riesgo sanitario mediante pruebas estadísticas robustas, además de (4) generar diagnósticos regionales agregados que van más allá de la evaluación empresa por empresa.

Mientras que el acta oficial del Invima es un instrumento de inspección individual con fines regulatorios, este modelo transforma esos datos en un sistema de análisis territorial que permite identificar brechas críticas transversales, priorizar intervenciones y diseñar políticas de desarrollo agroalimentario basadas en evidencia. Esta capacidad de síntesis y análisis estadístico representa la innovación metodológica del trabajo, aplicable a cualquier región o país que utilice sistemas de evaluación similares basados en BPM.

El análisis de normalidad mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov indicó que la variable "clasificación de productos" sigue una distribución normal ( $p > 0.150$ ), mientras que "riesgo sanitario" no cumple con la normalidad ( $p < 0.01$ ). Por su parte, la prueba de Levene confirmó que ambas variables cumplen con la homocedasticidad ( $p > 0.05$ ). Ante la ausencia de normalidad en una de las variables, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para evaluar diferencias en los niveles de cumplimiento de los estándares sanitarios.

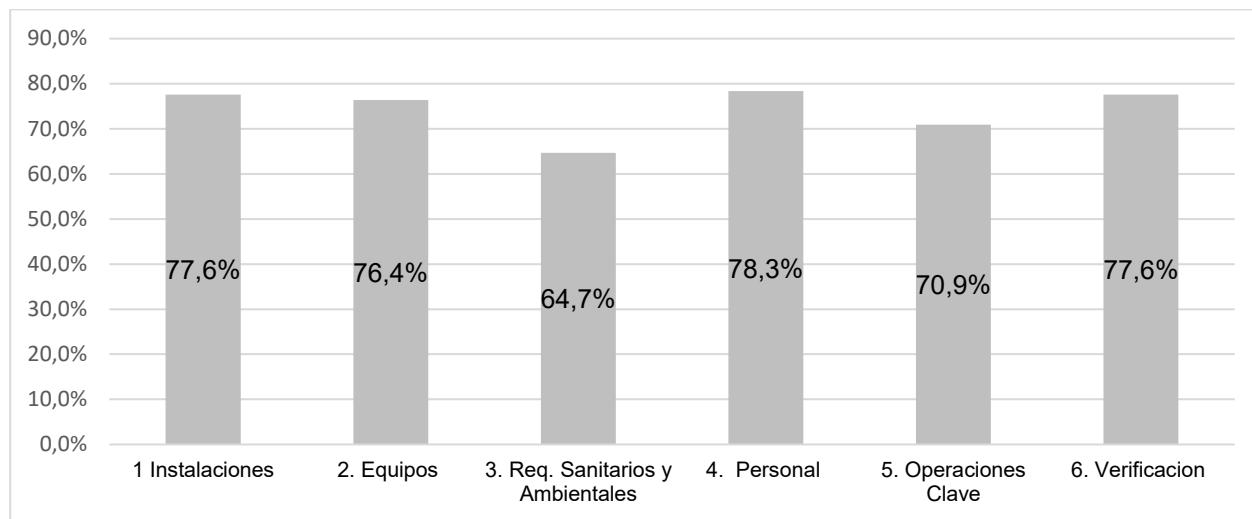
Los resultados mostraron que ni la clasificación de productos ( $H = 11,33$ ;  $gl = 6$ ;  $p = 0,079$ ) ni el riesgo sanitario ( $H = 5,70$ ;  $gl = 2$ ;  $p = 0,058$ ) alcanzaron significancia estadística. Esto indica que el cumplimiento de las BPM es relativamente homogéneo en toda la industria del Meta, sin importar el tipo de producto elaborado o el nivel de riesgo sanitario.

Este hallazgo es clave y demuestra que los desafíos en inocuidad son generales y no sectoriales, lo que exige intervenciones transversales orientadas a toda la industria, en lugar de acciones fragmentadas por categoría de producto. Al mismo tiempo, valida el enfoque de este estudio: proponer un modelo integral capaz de capturar esas dinámicas comunes.

**Caracterización del cumplimiento por capítulos.** El análisis de los 57 establecimientos evaluados en el departamento del Meta mostró un cumplimiento promedio de 74,6% ( $DE \pm 7,85\%$ ), respecto a los criterios establecidos en la Resolución 2674 de 2013. Si bien se evidencian fortalezas en rotulado ( $98,25\% \pm 13,25\%$ ) y salud del personal ( $90,30\% \pm 20,02\%$ ), persisten brechas críticas en trazabilidad ( $60,18\% \pm 21,83\%$ ), limpieza y desinfección ( $54,04\% \pm 17,22\%$ ) y muestreo ( $55,86\% \pm 16,18\%$ ). El cumplimiento total por capítulos puede verse en el gráfico 1.

Este resultado refleja un panorama de cumplimiento moderado; si bien permite el funcionamiento de las empresas, no garantiza el cumplimiento estándares establecidos internacionalmente. La ausencia de diferencias significativas según riesgo sanitario o tipo de producto confirma que la problemática es transversal a toda la industria regional, vinculada a factores estructurales como infraestructura, recursos financieros y cultura organizacional. Situaciones similares han sido documentadas en Ecuador, Brasil y Perú, donde las micro y pequeñas empresas enfrentan retos comunes para cumplir con la normativa (Arteaga Solórzano R. y otros, 2021; Cusato y otros, 2014; Pesantes Arriola y otros, 2023).

**Gráfico 1.** Cumplimiento por capítulos de BPM en establecimientos del Meta



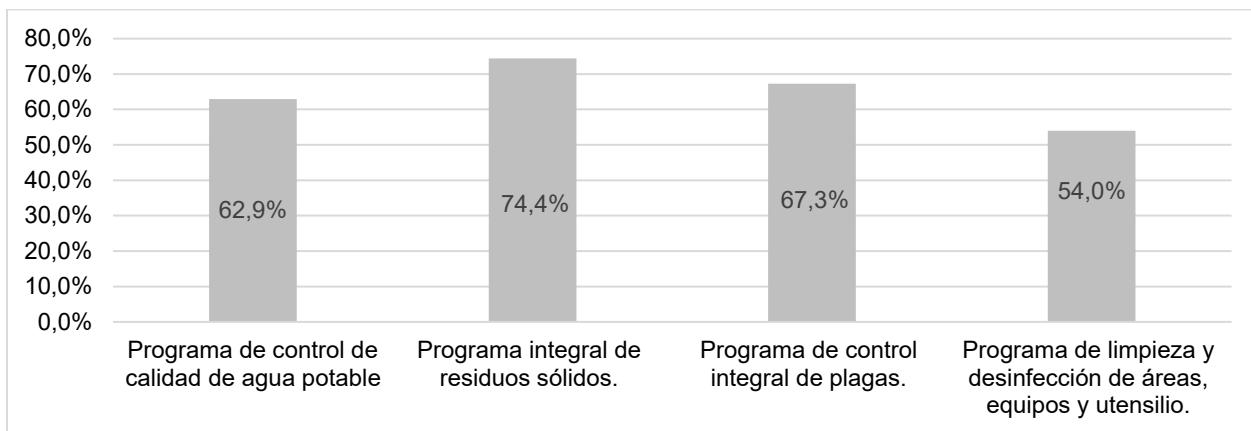
Nota: Elaboración propia de los autores.

**Capítulo 3: Requisitos sanitarios y ambientales:** Este es el capítulo que presenta mayores desafíos, ya que cuenta con los niveles más bajos de cumplimiento ( $64,7\% \pm 8,5\%$ ), especialmente en limpieza y desinfección ( $54,04\% \pm 17,22\%$ ) y en control de agua potable ( $62,91\% \pm 24,29$ ). Esto se refleja en el gráfico 2.

Estas deficiencias constituyen un riesgo directo para la salud pública, pues incrementan la probabilidad de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (OMS, 2024). Además, la correlación positiva entre esta categoría y las verificaciones de producto ( $R = 0,586$ ;  $p < 0,01$ ) confirma que mejoras en higiene y programas ambientales se reflejan directamente en la calidad del producto final. Lo anterior coincide con estudios en Latinoamérica que identifican debilidades similares en pequeñas y medianas empresas (Puerto-Avendaño y otros., 2021; Pino Astorga y otros, 2022).

Además de los aspectos previamente descritos, se identificaron otros criterios que representan las principales brechas de cumplimiento, los cuales se sintetizan a continuación en la tabla 2.

Gráfico 2. Cumplimiento de requisitos sanitarios y ambientales



Nota: Elaboración propia de los autores.

Las deficiencias documentadas no son aleatorias, sino que responden a causas estructurales identificables en dos niveles:

Nivel económico-estructural: Las brechas en infraestructura (pisos, paredes, techos: 57.02%), diseño sanitario de equipos (69.09%) y mantenimiento (63.75%) se vinculan directamente con la limitada capacidad de inversión de las micro y pequeñas empresas (Arteaga Solórzano R. y otros, 2021; Cusato y otros, 2014; Pesantes Arriola y otros, 2023). La modernización de instalaciones y equipos requiere capital que estas organizaciones no poseen, especialmente en un departamento cuyo aporte al PIB nacional es solo 1.4% (Guerrero & Castaño, 2024).

Nivel organizacional: Las deficiencias en capacitación (67.54%), control de materias primas e insumos (60.53%) y sistemas de aseguramiento de calidad (59.65%) reflejan debilidades en la cultura organizacional y prácticas gerenciales. Y finalmente, las brechas en trazabilidad (60.18%), el programa de muestreo, cuarentena y liberación de producto (55.86%), y limpieza y desinfección (54.04%) se relacionan con deficiencias en el acompañamiento técnico por parte de profesionales especializados dentro de la empresa.

Esta causalidad multinivel evidencia que las soluciones requieren intervenciones coordinadas: líneas de financiamiento accesibles para infraestructura, programas de formación empresarial en gestión de calidad, y transformación del modelo de acompañamiento institucional hacia enfoques predictivos y de fortalecimiento de capacidades.

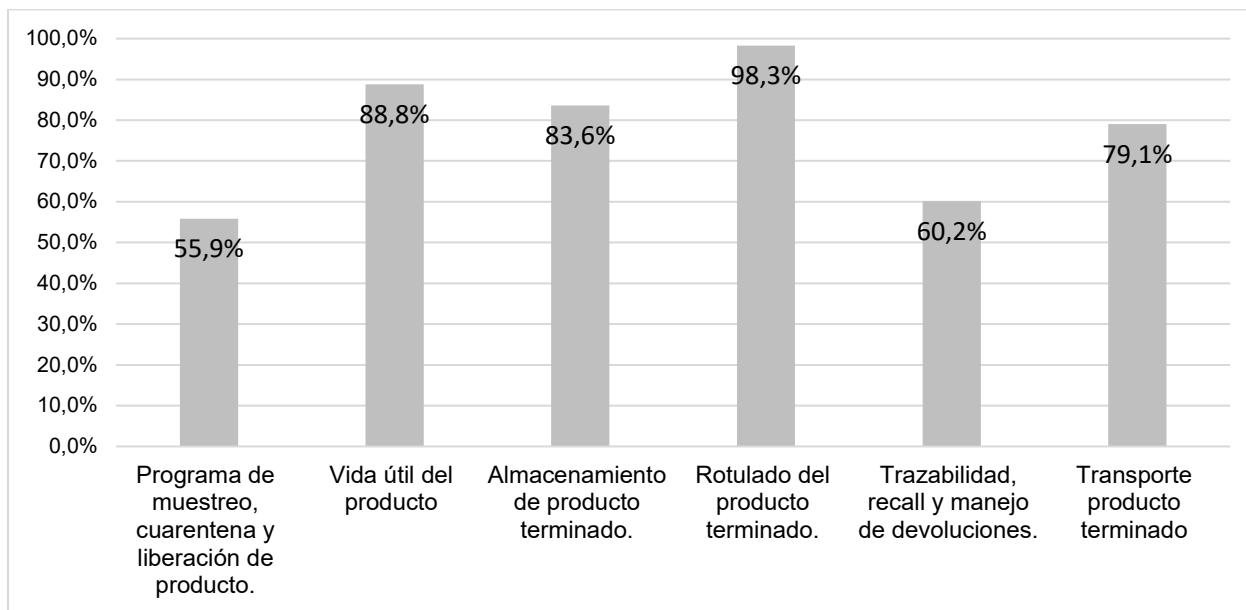
Verificaciones sobre el producto. La categoría de verificaciones sobre producto presentó las mayores debilidades junto a requisitos sanitarios (Gráfico 3). Los niveles de cumplimiento en trazabilidad y recall fueron de  $60,18\% \pm 21,83\%$ , mientras que en muestreo cuarentena y liberación de producto alcanzaron apenas  $55,86\% \pm 16,86\%$ .

Tabla 2. Principales brechas de cumplimiento en BPM identificadas en el Meta

Capítulo	Criterio	% Cumplimiento	Implicaciones principales
Instalaciones	1.4 Pisos, paredes, techos y filtros sanitarios	$57,02\% \pm 17,52\%$	Superficies deterioradas facilitan acumulación de suciedad y contaminación cruzada; infraestructura deficiente incrementa costos de operación y afecta inocuidad (Diaz & Carrillo, 2016; FAO Y OMS, 2025)
Equipos requeridos	2.2 Diseño sanitario y funcionamiento	$69,09\% \pm 24,74\%$	Equipos con deficiencias en diseño higiénico dificultan limpieza y favorecen biofilms microbianos (Carbajo-Otero y otros, 2022; Sánchez & Farrando, 2021; Vásquez y otros, 2007)
	2.3 Programa de mantenimiento	$63,75\% \pm 22,85\%$	Ausencia de mantenimiento preventivo incrementa fallas técnicas, afecta continuidad del proceso y eleva riesgos de contaminación (López-Riera & Merayo-Sánchez, 2013; Qassurance, 2022)
Personal manipulador	4.1 Programa de educación sanitaria	$67,54\% \pm 25,86\%$	La falta de capacitación continua limita la aplicación efectiva de BPM y aumenta la probabilidad de errores humanos en operaciones críticas (Isfran-Rivarola y otros, 2020; López y otros., 2021).
Operaciones clave	5.1 Control de materia prima e insumos	$60,53\% \pm 24,53\%$	Insumos sin controles adecuados elevan el riesgo de introducir patógenos y afectan la calidad del producto final (Trienekens & Zuurbier, 2008; Oliveros y otros, 2019).
	5.5 Envasado y embalaje	$61,40\% \pm 23,18\%$	Deficiencias en envases y embalajes comprometen la inocuidad en productos listos para consumo y reducen la vida útil (FAO Y OMS, 2025).
	5.6 Sistema de aseguramiento de calidad	$59,65\% \pm 19,91\%$	La ausencia de sistemas robustos de aseguramiento limita la trazabilidad y la capacidad de respuesta ante incidentes sanitarios (Callejas-Jaramillo & Álvarez-Uribe, 2020; Puerto-Avendaño y otros, 2021).

Nota. fuente propia con base en autores consultados.

Gráfico 3. Cumplimiento en verificaciones de producto en establecimientos del Meta



Nota: Elaboración propia de los autores.

Estas falencias limitan la capacidad de las empresas para responder oportunamente a incidentes sanitarios y constituyen una barrera para acceder a mercados internacionales. La literatura internacional enfatiza que la trazabilidad es un pilar del comercio seguro: su ausencia compromete la competitividad y expone a las organizaciones a riesgos legales (Callejas-Jaramillo & Álvarez-Uribe, 2020; Codex Alimentarius, 2022; Luna-Alvarado, 2024). Esta situación refleja un patrón recurrente en la industria alimentaria, donde los aspectos visibles reciben mayor atención, mientras que los procesos sistemáticos y complejos, como la trazabilidad las devoluciones y el control de inventarios (Dora y otros, 2013; Luna-Alvarado, 2024; Trienekens & Zuurbier, 2008) que representan los mayores desafíos. Las brechas identificadas se relacionan estrechamente con limitaciones de infraestructura y de capacitación técnica, lo que debilita la capacidad de seguimiento, control y respuesta frente a las exigencias del mercado (Quevedo & Rodríguez, 2024; Luna-Alvarado, 2024).

**Correlaciones y validación del modelo integral.** El análisis de correlaciones reveló relaciones significativas que confirman que el cumplimiento de normas sanitarias en la industria alimentaria opera como un sistema interdependiente, no como elementos aislados.

En primer lugar, el análisis reveló una correlación positiva entre la calidad del diseño de las instalaciones y la implementación adecuada de equipos adecuados ( $R = 0,433$ ;  $p < 0,01$ ). Este

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115

resultado indica que las empresas con infraestructura bien planificada facilitan la instalación y operación de equipos que garantizan el cumplimiento de las normas sanitarias, previenen riesgos de contaminación y fortalecen la sostenibilidad del sistema productivo (Qassurance, 2022; Sopeña-Ibáñez, 2004). De acuerdo con los lineamientos del Codex Alimentarius (FAO Y OMS, 2025), la eficiencia y la seguridad en la cadena alimentaria dependen de que el diseño de las instalaciones y los prerrequisitos estén alineados con los estándares internacionales de inocuidad. Por otra parte, se observó una correlación negativa entre ciertos aspectos del diseño y la capacidad de verificación de productos ( $R = -0,358$ ;  $p < 0,01$ ), lo que sugiere que una infraestructura inadecuada dificulta la implementación de sistemas de muestreo, trazabilidad y saneamiento (Puerto-Avendaño y otros, 2023).

En segundo lugar, se encontró una correlación positiva moderada-fuerte entre el cumplimiento de requisitos sanitarios y ambientales y los resultados de verificación del producto final ( $R = 0,586$ ;  $p < 0,01$ ). Esto evidencia que las empresas con mayor adherencia a las normativas de higiene y gestión ambiental exhiben un mejor desempeño en los procesos de verificación de calidad. Dicho resultado refuerza que los estándares de inocuidad rigurosos actúan como predictores de la calidad final del producto y, por tanto, de la confianza del consumidor.

El análisis también reveló la importancia del capital humano: se identificó una relación positiva entre la capacitación de los manipuladores de alimentos y la correcta ejecución de las operaciones críticas del proceso productivo ( $R = 0,276$ ;  $p < 0,05$ ). Aunque de magnitud moderada, esta asociación confirma que la formación continua no es un gasto, sino una inversión estratégica que se traduce en mejoras medibles en desempeño operativo (López y otros, 2021; Pérez-Morejón & Alfonso-Porrás, 2023). La capacitación se constituye entonces como un factor clave para garantizar la efectividad de las BPM (Cortés y otros, 2020; ISO, 2018).

En conjunto, los resultados muestran que la inocuidad alimentaria funciona como un sistema integrado, en el que infraestructura, higiene y capacitación actúan como nodos críticos. Invertir en estos componentes no solo mejora el cumplimiento normativo, sino que optimiza todo el sistema de gestión de calidad. A su vez, las correlaciones negativas identificadas (ej. diseño inadecuado-verificación) señalan cuellos de botella que requieren atención inmediata para evitar que debilidades estructurales comprometan la efectividad de otros controles.

Desde una perspectiva gerencial, los hallazgos aportan implicaciones directas: el modelo desarrollado ofrece a los gerentes una herramienta objetiva para diagnosticar y priorizar intervenciones. En lugar de estrategias generalizadas, se pueden diseñar planes de mejora focalizados en áreas de mayor riesgo, como trazabilidad, limpieza y desinfección, y muestreo. Esto favorece la eficiencia en la asignación de recursos y fortalece la competitividad del sector.

Para el sector público, la identificación de estas interdependencias ofrece un insumo para orientar inspecciones y diseñar políticas de apoyo. Entidades como Invima pueden focalizar sus acciones en capítulos críticos, generando un impacto más amplio con los mismos recursos. Finalmente, a nivel académico, la validación empírica de las correlaciones confirma la utilidad del modelo integral propuesto, que puede replicarse en otros territorios para construir un sistema nacional de evaluación sanitaria.

## Conclusiones

Este estudio desarrolló y validó un modelo integral pionero para evaluar el cumplimiento de estándares sanitarios en la industria agroalimentaria del Meta, estructurado en seis categorías y 31 criterios. La principal contribución no radica únicamente en los resultados empíricos, sino en la formulación de un marco evaluativo que permite comprender la interdependencia sistémica de la inocuidad alimentaria. La metodología aplicada fue el medio para validar este modelo y demostrar su aplicabilidad en contextos reales.

El cumplimiento promedio de 74,6% refleja avances significativos en áreas como rotulado y salud del personal, pero persisten brechas críticas en trazabilidad (60,17%), limpieza y desinfección (54,04%) y muestreo (55,86%). Estas deficiencias son transversales a toda la industria regional, sin diferencias significativas por tipo de producto o nivel de riesgo, lo que confirma que la problemática está asociada a factores estructurales como infraestructura, recursos y cultura organizacional, más que a condiciones específicas de cada establecimiento.

Las correlaciones observadas entre infraestructura y equipos, requisitos sanitarios y verificaciones de producto, y capacitación del personal y operaciones clave confirman la naturaleza interdependiente de la inocuidad. Estos hallazgos validan la pertinencia del modelo como herramienta diagnóstica y predictiva, que supera enfoques fragmentados al capturar relaciones causales entre variables críticas. En términos prácticos, el modelo ofrece a la industria

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115  
un instrumento para identificar brechas prioritarias y orientar inversiones en higiene, trazabilidad y capacitación; al sector público, un mecanismo para focalizar inspecciones y asistencia técnica; y a la academia, una base para extender su aplicación a otras regiones y consolidar un sistema nacional de evaluación sanitaria.

En síntesis, esta investigación demuestra que la inocuidad alimentaria debe abordarse desde una visión sistémica, en la que cada componente incide sobre los demás. Al validar un modelo integral, se sientan las bases para fortalecer la competitividad y la seguridad alimentaria del Meta y de Colombia en su conjunto.

## Referencias

Arteaga Solórzano, R. A., Armenteros Amaya, M., Quintana García, D., & Martínez Vasallo, A. (2021). Evaluation of good practices in the production of artisan cheese in Manabí, Ecuador. *Revista de Salud Animal*, 43(2), 1-10.

Callejas-Jaramillo, L. F., & Álvarez-Uribe, K. C. (2020). Trazabilidad en la cadena de suministro alimentaria: Un estudio bibliométrico. *Revista CIES Escolme*, 11(2), 277-297.

Carbajo-Otero, A. L.-B.-N., Cereceda-Chacón, A., Ripodas-Navarro, A., Zamora-Benito, A., & Fernández-Moreira, D. (2022). Biofilms en instalaciones alimentarias militares. Comparación de técnicas rápidas de vigilancia y verificación. . *Sanidad Militar*, 78(2), 89-94. <https://doi.org/10.4321/s1887-85712022000200006>

CEPAL, FAO, ICA. (2019). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020.* IICA. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/50913908-8569-40f8-868c-dcf9b22e0669/content>

Cortés, D., Ramos, J., & Tejedor, W. (2020). Impacto del recurso humano al implantar un sistema de gestión de inocuidad alimentaria en pequeñas y medianas empresas en Panamá. *Prisma Tecnológico*, 11(1), 23-30. <https://doi.org/doi.org/10.33412/pri.v11.1.253>

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. Fifth Edition.* Sage Publications.

Cusato, S., Gameiro, A., Sant'Ana, A., Corassin, C., Cruz, A., & de Oliveira, C. (2014). Assessing the costs involved in the implementation of GMP and HACCP in a small dairy factory. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(2), 135-139. <https://doi.org/https://doi.org/10.3920/QAS2012.0195>

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115

Díaz, A., & Carrillo, B. (2016). Evaluación del grado de cumplimiento de las BPM Evaluación del grado de cumplimiento de las BPM . Agrosur, 44(1), 23-34. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2016.v44n1-03>

DNP. (mayo de 2023). *Plan nacional de Desarrollo de Colombia 2022-2026*. Departamento Nacional de Planeación: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>

Dora, M., Kumar, M., Van Goubergen, D., Molnar, A., & Gellybck, X. (2013). Food quality management system: Reviewing assessment strategies and a feasibility study for European food small and medium-sized enterprises. *Food Control*, 31(2), 607-616. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.006>

FAO. (28 de abril de 2021). *La Red de Abastecimiento de Alimentos del Meta transforma las pequeñas economías rurales del departamento*. FAO en Colombia: <https://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/es/c/1397255/>

FAO. (2025). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sistemas de control alimentario | Inocuidad y calidad de los alimentos*: <https://www.fao.org/food-safety/food-control-systems/es/>

FAO Y OMS. (2025). *Principios generales de higiene de los alimentos. Codex Alimentarius Códigos de Prácticas, No CXC 1-1969. Comisión del*. <https://doi.org/10.4060/cc6125es>

Figueroa-Rojas, D., Soto, E., Caballero, L., & Gélvez, V. (2023). Mejora de la gestión empresarial a través de un cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura bajo la resolución 2674 de 2013 en una empresa procesadora de cocos. *Face - Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 23(3), 175-185. <https://doi.org/10.24054/face.v23i3.2810>

Grupo Banco Mundial. (2018 de agosto de 2018). *Las enfermedades transmitidas por los alimentos cuestan USD 110 000 millones al año a los países de ingreso bajo e ingreso mediano*. Grupo Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/10/23/food-borne-illnesses-cost-us-110-billion-per-year-in-low-and-middle-income-countries>

Guamán Chacha, K. A., Ramos, H., Luciano, E., & Lloay Sánchez, S. I. (2020). El positivismo y el positivismo jurídico. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 265-269.

Guerrero, A., & Castaño, S. (2024). *PIB departamental del año 2023*. Observatorio del Desarrollo Económico; Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115

INS. (2023). *Informe de Evento 349, Brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, Periodo epidemiológico PE VI*. Bogota: Instituto Nacional de Salud. Instituto Nacional de Salud.

Isfran-Rivarola, A., Tiapa, D., Limón-Romero, J., Báez-López, Y., Miranda-Ackerman, M., Arredondo-Soto, K., & Sinue, O. (2020). A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effects of Food Safety and Hygiene Training on Food Handlers. *Foods*, 9(1169), 1-24. <https://doi.org/doi:10.3390/foods9091169>

ISO. (junio de 2018). *Norma Internacional ISO 22000*. ICESI EDUTEKA: <https://eduteka.icesi.edu.co/proyectos/gp/doc/py-186017-454933-5141-20240116.pdf>

López, D., Jorge, E., & Cadena, A. (2021). La capacitación en pequeñas y medianas empresas: hacia una caracterización. *Revista Perspectiva Empresarial*, 8(1), 71-85. <https://doi.org/doi.org/10.16967/23898186.686>

López-Riera, S., & Merayo-Sánchez, A. (Octubre de 2013). *Mantenimiento: exposición y consecuencias*. INSST:

<https://www.insst.es/documents/94886/96076/mentenimiento+consecuencias.pdf/dce81c62-e95b-4f64-9130-c3703c70d911?t=1527163428427>

Luna-Alvarado, M. (noviembre de 2024). *benemérita universidad autónoma de puebla*. Facultad de Contadura Publica: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/5cd6b323-c271-4cf4-8297-46a6377c5d79>

Minsalud. (22 de julio de 2013). *Resolución 2674 de 2013*. Ministerio de Agricultura y Protección Social: <https://www1.funcionpublica.gov.co/documents/418537/604808/1962.pdf/abe38fb4-e74d-4dcc-b812-52776a9787f6>

Minsalud. (13 de marzo de 2015). *Resolución 719 de 2015*. Ministerio de Salud y Protección Social: [https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/R\\_MSFS\\_0719\\_2015.pdf](https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/R_MSFS_0719_2015.pdf)

Niño-Apolinar, A., & Alzate-Ibañez, A. (2022). Factores Críticos asociados a la implementación de un sistema HACCP en la industria de alimentos y bebidas en Colombia. *Alimentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 20(1), 44-65. <https://doi.org/10.24054/limentech.v20i1.1470>

Oliveros, A., Bernier, D., Obando-Chaves, M., & Vaquilo, H. (2019). Overall Quality and Sanitation Evaluation of Fish Stores at Local Markets in Ibagué, Tolima, Colombia. *Journal of Food Protection*, 82(6), 1016-1021. <https://doi.org/https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-209>

OMS. (2024). *Enfermedades de transmisión alimentaria*. (Organización Mundial de la Salud) Retrieved 24 de agosto de 2024, from [https://www.who.int/es/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab_1)

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115

Pérez-Morejón, K., & Alfonso-Porraspita, D. (2023). O processo de treinamento. Desafios para alcançar resultados superiores em uma organização. *Cooperativismo y Desarrollo*, 11(2).

Pesantes Arriola, G., Reaño Rivera, J., Higinio Rubio, V. A., García Talledo, E. G., Rubiños Jimenez, S. L., Chinchay Barragán, C. E., & Bravo Araujo, G. T. (2023). Gestión del Sistema HACCP y la productividad de restaurantes de Lima Metropolitana en el año 2020. LACCEI. I. Buenos Aires - ARGENTINA: Fundacion LACCEI. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.1101>

Pino Astorga, C., Cancino Bascuñan, V., Salva Aspee, R., & Rodríguez Palleres, X. (2022). Evaluación del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en fundaciones sociales de la Región Metropolitana de Chile. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*, 20(1), 85-97. <https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2022.020.01.85>

Puerto-Avendaño, Y. O., Grimaldo-León, G. E., & Wilches-Torres, M. A. (2021). Assessment of the compliance with GMP requirements in companies producing Paipa Cheese. *Aibi research, management and engineering journal*, 9(2), 8-18. <https://doi.org/10.15649/2346030X.923>

Puerto-Avendaño, Y., Wilches-Torres, A., & Grimaldo, G. (2023). Evaluación del Cumplimiento de Requisitos BPM en la empresa Kilo Alimentos SAS Company. *I3+*, 5(1), 25-42. <https://doi.org/doi.org/10.24267/23462329.1391>

Qassurance. (junio de 2022). *Food (Safety) Trends 2024*. Qassurance: <https://www.qassurance.com/food-safety-trends-2024/>

Quevedo, J., & Rodríguez, A. (2024). Trazabilidad en la Cadena de Suministro de empresas de alimentos en Latinoamérica. *Revista Científica PAKAMUROS*, 73-87. <https://doi.org/10.37787/ersc2h77>

Sánchez, M. L., & Farrando, S. (2021). Enfermedades Transmitidas por Alimentos: Hablemos de *Staphylococcus aureus*. *Experticia. Revista de divulgación científica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCUYO*, 1(12), 25-28.

Sopeña-Ibáñez, P. (2004). Importancia de la Certificación en las Industrias Alimentarias. Nuevos retos de la alimentación en Europa. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*(17), 199-206. <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/3996/OCapitulo11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Trienekens, J., & Zuurbier, P. (2008). Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 107-122. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.050>

U.S Department of Health and Human Services. (18 de abril de 1979). *U.S Department of Health and Human Services. The Belmont Report*: <https://n9.cl/dcZ3h>

N. Monsalve-Estrada et al// Estándares sanitarios en la industria agroalimentaria colombiana... 97-115

Vásquez, G., Gómez, E., & Gamboa, E. (2007). Condiciones higiénico sanitarias de los servicios de alimentación en instituciones infantiles del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar de Bucaramanga, Colombia. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*, 17(1), 23-33. <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rCAN/article/view/1150/1612>

## Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

## Declaración ética

Los autores declaran que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

## Copyright

La *Revista de la Universidad del Zulia* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

## Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 31 de mayo de 1947

UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 11 de septiembre de 1891