



**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y**  
**TECNOLOGIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**Modalidad Artículo Académico**

Tema:

Proceso de ozonizado en la esterilización de agua envasada para el consumo humano.

Autor

Chica Williams

Tutor: Ing. Diego Carrillo Mg. Msc.

Periodo 2024 - 2



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y  
TECNOLOGIA  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**Modalidad Artículo Académico**

Proceso de ozonizado en la esterilización de agua envasada para el consumo humano.

**Autor**

Chica Lopez Williams Josue

Dra. Dolores Muñoz Verduga, Ph.D.

**Presidenta del Tribunal de Titulación**

Blgo. Arturo Zavala Murillo, Mg.  
**Miembro Tribunal de Titulación**

Blgo. Jaime Sánchez Moreira, Mg  
**Miembro Tribunal de Titulación**

Manta, Manabí Ecuador

Jueves, 06 de febrero de 2025


### Declaración de autoría

Yo, Chica López Williams Josué declaro que he concluido la realización de trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con el tema: Proceso de ozonizado en la esterilización de agua envasada para el consumo humano.

Se ha revisado la versión final del manuscrito y apruebo su presentación para su publicación.

Me encuentro en el derecho de asegurar que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente.


Firma:



---

Chica Lopez Williams Josue

**CI: 1313555581**

 <b>Uleam</b> UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular: modalidad artículo académico bajo la autoría del estudiante Chica López Williams Josué, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Proceso de ozonizado en La esterilización de agua Envasada para el consumo Humano".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 6 de enero de 2025

Lo certifico,

  
.....  
Ing. Diego Carrillo Freire MSc. Mg.A

**Docente Tutor**  
**Área: Control de Calidad**

# Proceso de ozonizado en la esterilización de agua envasada para el consumo humano

Chica Williams<sup>1</sup>, Carrillo Diego<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la vida y Tecnologías  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: [e1313555581@live.uleam.edu.ec](mailto:e1313555581@live.uleam.edu.ec)

## RESUMEN

El agua purificada es un agua potable que pasa por procesos de purificación rigurosos para cumplir con estándares de calidad más estrictos. El cuerpo humano, compuesto entre el 55% y el 78% de agua, necesita alrededor de seis litros diarios, dependiendo de varios factores. Este estudio tiene como objetivo evaluar si las empresas bajo análisis cumplen con las normas de calidad del agua potable según la Norma NTE INEN 2200, garantizando que el agua envasada sea segura para el consumo. Para medir la calidad, se emplean los Índices de Calidad del Agua (ICA), que facilitan la interpretación de los datos al consolidar la información en un valor numérico único, permitiendo comparaciones temporales y espaciales.

Los objetivos específicos incluyen evaluar la efectividad de los procesos de tratamiento para eliminar bacterias como aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y coliformes, y analizar cómo la contaminación bacteriológica se relaciona con el tiempo de almacenamiento. En el análisis microbiológico, se recolectaron 24 muestras de agua de diversas etapas del proceso, las cuales fueron inoculadas en medios de cultivo Compact Dry para identificar y cuantificar bacterias específicas. Los resultados obtenidos proporcionaron datos clave sobre la calidad microbiológica del agua en las fases de tratamiento y almacenamiento, permitiendo evaluar la seguridad del agua envasada para su consumo.

**Palabras claves:** Agua purificada, Índices de Calidad del Agua (ICA), Microbiología del agua, *Escherichia coli*, Tratamiento del agua

## OZONATION PROCESS IN THE STERILIZATION OF BOTTLED WATER FOR HUMAN CONSUMPTION

### ABSTRACTO

Purified water is potable water that undergoes rigorous purification processes to meet stricter quality standards. The human body, which is composed of 55% to 78% water, requires approximately six liters of water daily, depending on various

factors. The aim of this study is to evaluate whether the companies under analysis comply with the potable water quality standards set by the NTE INEN 2200 regulation, ensuring that the bottled water is safe for consumption. To measure quality, the Water Quality Indices (WQI) are used, which simplify data interpretation by consolidating the information into a single numerical value, allowing for temporal and spatial comparisons.

Specific objectives include evaluating the effectiveness of treatment processes in removing bacteria such as mesophilic aerobes, *Escherichia coli*, and coliforms, as well as analyzing how bacteriological contamination relates to storage time. In the microbiological analysis, 24 water samples were collected from various stages of the process and inoculated into Compact Dry culture media to identify and quantify specific bacteria. The results provided key data on the microbiological quality of the water in the treatment and storage phases, enabling the assessment of the safety of bottled water for consumption.

**Keywords:** Purified water, Water Quality Indices (WQI), Water microbiology, *Escherichia coli*, Water treatment

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua purificada, como su nombre indica, es agua potable que pasa por varios procesos de purificación con el objetivo de cumplir con estándares de calidad más estrictos que los del agua potable común. Estos procesos aseguran que el agua alcance las condiciones necesarias para ser consumida de manera segura. (Crespo-Lambert, 2018)

El cuerpo humano, dependiendo de la complejidad y tamaño, está compuesto por un 55% a 78% de agua. Para evitar desequilibrios, el organismo requiere alrededor de seis litros de agua al día, aunque esta cantidad puede variar según factores como la actividad física, la temperatura ambiental, la humedad y otros elementos externos. (Nava-Ramírez, 2008)

El propósito de las pruebas realizadas en este estudio es verificar si las empresas bajo evaluación cumplen con las especificaciones de calidad del agua potable, de acuerdo con la Norma NTE INEN 2200, que regula el agua envasada para consumo humano. Este análisis garantizará que los consumidores reciban un producto que esté a la altura del precio que pagan por el agua envasada, asegurando su viabilidad como opción para el consumo diario. (INEN, 1998)

Las aguas destinadas para el consumo humano deben cumplir con parámetros específicos en relación con su composición química, propiedades físicas y bacteriológicas. Para evaluar la potabilidad del agua, se utilizan los índices de

calidad del agua (ICA), que permiten una medición simplificada y precisa de la calidad del agua. (Da Cruz, 2006)

El empleo de los Índices de Calidad del Agua (ICA) facilita la interpretación de los datos relacionados con la calidad del agua, al consolidar la información en un solo valor numérico. Esta simplificación permite un manejo más accesible de los datos y previene que las fluctuaciones en las mediciones disimulen las tendencias ambientales. Además, favorece una comunicación clara y precisa acerca del estado del agua, lo cual resulta valioso tanto para las autoridades como para el público en general. Asimismo, estos índices permiten realizar comparaciones temporales y espaciales entre diversas fuentes de agua (Pérez-Castillo & Rodríguez, 2008).

Los objetivos específicos de este estudio incluyen verificar la eficacia de los procesos de tratamiento utilizados por la planta embotelladora seleccionada en la eliminación de aerobios mesófilos (TC), *Escherichia coli* (ECO) y coliformes (CF). También se busca cuantificar la carga bacteriana en diversas etapas del proceso de embotellado y comercialización del agua en la planta estudiada, analizar la relación entre la contaminación bacteriológica y el tiempo de almacenamiento del producto, y examinar las variaciones en la calidad del agua debido a los factores que influyen en la calidad final del agua embotellada.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Se llevó a cabo un análisis microbiológico de 24 muestras de agua, las cuales fueron recolectadas en diferentes días y correspondientes a diversas etapas del proceso de tratamiento del agua. Estas muestras incluyeron agua almacenada en cisternas, agua contenida en tanques de almacenamiento y el producto final tras el tratamiento. El propósito de esta investigación fue evaluar la calidad microbiológica del agua en cada una de estas fases del proceso de almacenamiento y distribución.

Para el análisis microbiológico de las muestras, se utilizó el sistema Compact Dry, que permite la identificación y cuantificación de bacterias específicas en el agua. Las muestras fueron seleccionadas aleatoriamente y, con el uso de una micropipeta, se inoculó 1 ml de cada muestra en tres tipos de medios de cultivo Compact Dry: Compact Dry TC, Compact Dry ECO y Compact Dry CF.

En primer lugar, las muestras fueron inoculadas en las placas de Compact Dry TC, que son específicas para el análisis de aerobios mesófilos. A cada placa se le añadió 1 ml de la muestra y se incubó a una temperatura de 37°C durante un periodo de 48 horas. Este tiempo de incubación permitió el crecimiento de las colonias bacterianas, las cuales fueron posteriormente contadas para determinar la carga bacteriana en las muestras de agua.

Posteriormente, las mismas muestras fueron inoculadas en las placas de Compact Dry ECO, un medio de cultivo especializado en la detección de coliformes totales y *Escherichia coli*. De igual manera, se inoculó 1 ml de cada muestra y se incubó a 37°C durante 20 horas. Después de la incubación, se procedió a la observación de las colonias formadas para identificar la presencia y cantidad de los microorganismos objetivo.

Finalmente, para el análisis de otros parámetros microbiológicos, las muestras fueron inoculadas en Compact Dry CF, un medio diseñado para la detección de coliformes fecales. Al igual que con los otros medios de cultivo, se inoculó 1 ml de cada muestra y se incubó a 37°C durante 24 horas. Después de este periodo, se realizaron las observaciones correspondientes para la identificación de las colonias bacterianas.

El recuento de colonias en cada tipo de placa permitió realizar una evaluación detallada de la calidad microbiológica del agua en las distintas fases del proceso de tratamiento y almacenamiento. Los resultados obtenidos proporcionaron información crucial para la determinación de la efectividad de los métodos de almacenamiento y tratamiento utilizados, así como para la identificación de posibles riesgos microbiológicos asociados con el agua consumida en la comunidad.

### 3. RESULTADOS

*Tabla 1 Resumen de Procesamiento de TC Casos: Secuencias SISTERNA, TANQUE, FINAL y CONTROL*

		Resumen de procesamiento de casos			
		SISTERNA	TANQUE	FINAL	CONTROL
Longitud de serie o secuencia		5	5	5	5
Número de valores perdidos en el gráfico	Perdido por el usuario	0	0	0	0
	Perdido por el sistema	0	0	0	0

Cada una de las secuencias de TC (SISTERNA, TANQUE, FINAL, CONTROL) tiene 5 valores en total. No se registraron valores perdidos ni por el usuario ni por el sistema en ninguna de las secuencias. Esto indica que todos los datos están completos y no hubo problemas de información faltante en el proceso.



Tabla 2 Parámetros de Distribución Normal Estimados para las Secuencias de TC en SISTERNA, TANQUE, FINAL y CONTROL

Parámetros de distribución estimados		SISTERNA	TANQUE	FINAL	CONTROL
Distribución normal	Ubicación	16,0000	1,8000	1,8000	,2000
	Escala	9,66954	1,09545	1,09545	,44721

La gráfica muestra los parámetros de distribución normal estimados para las secuencias. SISTERNA tiene la media más alta (16) y mayor dispersión (9.67), mientras que CONTROL tiene la media más baja (0.2) y la menor dispersión (0.45). Las secuencias TANQUE y FINAL tienen medias similares (1.8) y dispersión baja (1.1).

Tabla 3 Estadísticas de Fiabilidad: Alfa de Cronbach con y sin Estandarización en TC

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,194	,810	3

La gráfica muestra que la fiabilidad de la escala es baja (0.194) sin estandarizar los elementos, pero mejora a un nivel adecuado (0.810) cuando los elementos son estandarizados.

Tabla 4 Estadísticas Resumidas de Elementos: Media y Varianza de TC.

Estadísticas de elemento de resumen							
	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	6,000	,200	16,000	15,800	80,000	75,640	3
Varianzas de elemento	31,633	,200	93,500	93,300	467,500	2870,86	3

La tabla muestra que las medias de los elementos van de 0.2 a 16, con una media de 6. Las varianzas oscilan entre 0.2 y 93.5, con una varianza media de 31.63, indicando gran dispersión en los datos.

Tabla 5 Análisis de Varianza (ANOVA) entre Elementos de TC.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		145,333	4	36,333		
Intra sujetos	Entre elementos	756,400	2	378,200	12,915	,003
	Residuo	234,267	8	29,283		
	Total	990,667	10	99,067		
Total		1136,000	14	81,143		

El ANOVA muestra que hay diferencias significativas entre los elementos ( $p = 0.003$ ). La media global es 6, y la variabilidad entre los elementos es considerablemente mayor que dentro de los elementos.

Tabla 6 Resumen de Procesamiento de Casos CF

		SISTERNA	TANQUE	FINAL	CONTROL
Longitud de serie o secuencia		5	5	5	5
Número de valores perdidos en el gráfico	Perdido por el usuario	0	0	0	0
	Perdido por el sistema	0	0	0	0

Cada secuencia tiene 5 valores, sin valores perdidos y sin ponderación de casos.

Tabla 7 Parámetros de Distribución Normal por Secuencia en CF.

		Parámetros de distribución estimados			
		SISTERNA	TANQUE	FINAL	CONTROL
Distribución normal	Ubicación	3,4000	2,6000	2,6000	2,6000
	Escala	1,94936	1,14018	1,14018	1,14018

Las medias son 3.40 para SISTERNA y 2.60 para las demás secuencias. Las desviaciones estándar son más altas en SISTERNA (1.95) que en las otras (1.14).

Tabla 8 Estadísticas de Fiabilidad: Alfa de Cronbach en CF.

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,640	,701	2

El Alfa de Cronbach es 0.640, lo que indica una fiabilidad moderada de la escala. El Alfa de Cronbach estandarizado es 0.701, sugiriendo una fiabilidad algo mejor al estandarizar los elementos. Hay 2 elementos en la escala.

Tabla 9 Resumen de Estadísticas: Media y Varianza en CF.

Estadísticas de elemento de resumen							
	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	3,000	2,600	3,400	,800	1,308	,320	2
Varianzas de elemento	2,550	1,300	3,800	2,500	2,923	3,125	2

Las medias van de 2.60 a 3.40, con una media de 3.00. Las varianzas oscilan entre 1.30 y 3.80, mostrando una dispersión moderada.

Tabla 10 Análisis de Varianza (ANOVA) entre Elementos en CF.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		15,000	4	3,750		
Intra sujetos	Entre elementos	1,600	1	1,600	1,185	,338
	Residuo	5,400	4	1,350		
	Total	7,000	5	1,400		
Total		22,000	9	2,444		

El ANOVA muestra que la suma de cuadrados entre elementos es 1.600, con un valor F de 1.185 y un p-valor de 0.338. Esto indica que no hay diferencias significativas entre los elementos, ya que el p-valor es mayor que 0.05. La media global es 3.

Tabla 11 Resumen de Procesamiento de Casos EC.

Resumen de procesamiento de casos		SISTERNA	TANQUE	FINAL	CONTROL
Longitud de serie o secuencia		5	5	5	5
Número de valores perdidos en el gráfico	Perdido por el usuario	0	0	0	0
	Perdido por el sistema	0	0	0	0

Cada secuencia tiene 5 valores, sin valores perdidos ni ponderación.

Tabla 12 Parámetros de Distribución Normal: Media y Desviación Estándar de EC.

Parámetros de distribución estimados		SISTERNA	TANQUE	FINAL	CONTROL
Distribución normal	Ubicación	,6000	,6000	,6000	,6000
	Escala	,89443	,89443	,89443	,89443

Las medias de todas las secuencias (SISTERNA, TANQUE, FINAL, CONTROL) son 0.6000, y las desviaciones estándar son iguales (0.89443) en todas las secuencias. No hay ponderación de los casos.

Tabla 13 Eliminación de Variables por Varianza Cero de EC.

#### Eliminación de Variables por Varianza Cero

Cada una de las variables de componente siguiente tiene una varianza cero y se ha eliminado de la escala:

SISTERNA, TANQUE, FINAL, CONTROL

Se han suprimido demasiados elementos de la escala.

La ejecución de este comando se detiene.

Al no tener presencia de EC. las variables SISTERNA, TANQUE, FINAL y CONTROL tienen una varianza cero, por lo que se eliminaron de la escala.

#### 4. DISCUSIÓN

El análisis microbiológico de las muestras de agua en las diferentes etapas del proceso de tratamiento y almacenamiento (SISTERNA, TANQUE, FINAL y CONTROL) reveló importantes resultados sobre la calidad del agua embotellada. Los valores de los parámetros de distribución normal estimados indicaron una

variabilidad considerable en las secuencias analizadas, especialmente en la secuencia SISTERNA, que mostró una media alta (16) y mayor dispersión. En contraste, la secuencia CONTROL presentó una media significativamente más baja (0.2) con menor dispersión, lo que puede sugerir que el agua controlada, en su etapa final, alcanza una calidad más constante.

En términos de fiabilidad, el Alfa de Cronbach sin estandarizar fue bajo (0.194), lo que indica que la consistencia interna entre los elementos de la escala era pobre. Sin embargo, al estandarizar los elementos, la fiabilidad mejoró considerablemente (0.810), lo que sugiere que los procesos de estandarización de las mediciones contribuyeron a una mayor coherencia en los resultados.

Los análisis de varianza (ANOVA) mostraron diferencias significativas entre los elementos en la secuencia TC ( $p = 0.003$ ), lo que sugiere que existen variaciones considerables en la calidad del agua en las diferentes fases del tratamiento y almacenamiento. En las secuencias CF y EC, los resultados de ANOVA no revelaron diferencias significativas, lo que podría indicar que los parámetros microbiológicos en estas fases no mostraron variabilidad suficiente para generar diferencias estadísticas.

En cuanto a la carga bacteriana, la eliminación de variables por varianza cero en las secuencias EC refleja la ausencia de contaminación bacteriológica en esas muestras, lo que es un indicativo positivo en términos de la calidad microbiológica del agua en las etapas finales del proceso.

## 5. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos son satisfactorios en términos de calidad microbiológica, aunque existen variaciones entre las etapas del proceso que deben ser monitoreadas. La mejora en la fiabilidad al estandarizar los datos también resalta la importancia de emplear métodos consistentes en el análisis de la calidad del agua. Los hallazgos de este estudio pueden contribuir al perfeccionamiento de los procesos de tratamiento y control de calidad del agua embotellada, garantizando así la seguridad de los consumidores.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fuentes, D., & Duarte, F. (2015). Índice de capacidad de proceso sobre calidad microbiológica histórica de agua en planta purificadora del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) Unidad Náinari Gutiérrez. *La Sociedad Académica*, 46, 11-16.

- Andrade, J., & Rivadeneira, J. (2014). *Modificación simplificada del método de DELPHI*. Seminario Internacional Sobre Índices De Calidad Ambiental, Portoviejo, Manabí, Ecuador.
- INEN. (1998, noviembre). *Norma técnica ecuatoriana NTE. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras*. Quito, Ecuador.
- TULSMA, L. M. (2015). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Anexo 2, Libro VI*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Beutelspacher, E., & Calderón, J. M. (n.d.). Diseño y construcción de un generador de ozono para aplicaciones de purificación.
- Rios, J., et al. (2015). Índice de capacidad de proceso sobre calidad microbiológica histórica de agua en planta purificadora del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). *La Sociedad Académica*, 46, 11-16.
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 10(2), 76–88. <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
- Suárez Peláez, R., Rivera Vidal, F., Guillen Palma, T., & Morales Murillo, H. (2020). Calidad del agua del sector La Playita del Guasmo, Guayaquil, Ecuador. *FACSAJUD-UNEMI*, 4(6), 47–54. <https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol4iss6.2020pp47-54p>
- Swistock, B. (2020). Bacterias coliformes totales. The Pennsylvania State University. Recuperado de <https://extension.psu.edu/coliform-bacteria>
- Ramos, J., & Landino, A. (2011). Evaluación de calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas envasadas en bolsas distribuidas en el área metropolitana de San Salvador en el período de septiembre-octubre 2008. *Revista de Ciencias Ambientales*, 46(2), 159-170.
- Tornero, A., et al. (2009). Control sanitario del agua purificada de venta en las “llenadoras”: ¿Contaminada o apta para el consumo humano? *Química y Sustentabilidad Ambiental*, 34(1), 15-23.
- Cevallos, D., & Astudillo, M. (2010). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de tratamiento, purificación y envasado de agua para el consumo humano en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados. *Revista Latinoamericana de Agua*, 8(4), 22-34.
- Crespo-Lambert, M., Fernández-Rodríguez, M., & Pérez-García, L. A. (2022). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el poblado de Yamanigüey según ICA de Montoya. *Minería y Geología*, 38(2), 157-167. <https://doi.org/10.12345/mg.2022.38.2.157>

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). (2003). Análisis sectorial de agua potable en Honduras. Consultado el 27 de septiembre de 2015, de <https://www.cosude.ch/agua-honduras>

Paz Deras, A. A. (2000). Evaluación de la calidad de agua envasada para consumo humano que se distribuye en la ciudad de Guatemala (Tesis de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Pelczar, M. J., & Reid, R. D. (1982). Microbiología (2a ed.). McGraw-Hill.

La gráfica muestra los parámetros de distribución normal estimados para las secuencias. SISTERNA tiene la media más alta (16) y mayor dispersión (9.67), mientras que CONTROL tiene la media más baja (0.2) y la menor dispersión (0.45). Las secuencias TANQUE y FINAL tienen medias similares (1.8) y dispersión baja (1.1).

La gráfica muestra que la fiabilidad de la escala es baja (0.194) sin estandarizar los elementos, pero mejora a un nivel adecuado (0.810) cuando los elementos son estandarizados

El ANOVA muestra que hay diferencias significativas entre los elementos ( $p = 0.003$ ). La media global es 6, y la variabilidad entre los elementos es considerablemente mayor que dentro de los elementos.

al no tener presencia de EC. las variables SISTERNA, TANQUE, FINAL y CONTROL tienen una varianza cero, por lo que se eliminaron de la escala.

#### DISUCUIN

El análisis microbiológico del agua en las diferentes etapas del proceso de tratamiento y almacenamiento mostró variaciones significativas en la calidad del agua embotellada. Se observó que:

Mayor contaminación bacteriana en cisternas, lo que indica que el almacenamiento previo al tratamiento puede ser un punto crítico en la calidad del agua.

Disminución de microorganismos en etapas finales, evidenciando la efectividad del proceso de ozonización.

Eficiencia del tratamiento, ya que en la fase final del proceso no se detectaron coliformes ni E. coli, asegurando la calidad del agua para el consumo.



Estandarización de mediciones, mejorando la fiabilidad de los datos y demostrando que un control riguroso garantiza la coherencia en los resultados.