

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN BEBEDEROS ESCOLARES

Salazar Barrientos, Tamara Valentina (1); Rubio Campos, Nallely Yunuen (2); Lugo Martínez, Jesús Raúl (3)

1 [Bachillerato General, Universidad de Guanajuato] | [thamarasalazar12@gmail.com]

2 [Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] | [nrubio@ugto.mx]

3 [Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] | [lugom@ugto.mx]

## Resumen

En esta investigación, se presentan los resultados de la calidad del agua de los bebederos de la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato y, el análisis estadístico de la encuesta realizada a la comunidad estudiantil de dicha institución. Los parámetros determinados son: color, conductividad, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, turbidez, fluoruros, cloruros, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), dureza total, dureza  $\text{Ca}^{+2}$ , alcalinidad, hierro, nitratos, sulfatos, nitritos, coliformes totales y coliformes fecales. Los resultados muestran la presencia de microorganismos: coliformes totales y fecales, así como, altas concentraciones de hierro, lo cual indica que no es apta para el consumo humano, debido a que se encuentra por encima del límite máximo permisible que establece la normatividad mexicana. El uso del software Minitab permite realizar el análisis estadístico de los datos, conociendo la frecuencia con que se bebe el recurso hídrico en la comunidad estudiantil y que equivale al 43.6 %.

## Abstract

In this paper, the results of an analysis of the water quality of the water fountains that are located in the *Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato* are presented and it also describes a statistical analysis of a poll that the student community answered. The parameters examined are: color, conductivity, total solids, total suspended solids, turbidity, chlorides, methylene blue active substances (MBSA), total hardness, hardness  $\text{Ca}^{+2}$ , alkalinity, iron, nitrates, sulfates, nitrites, total coliforms, and fecal coliforms. The results show the presence of the following microorganisms: total and fecal coliforms, as well as high concentrations of iron, which suggest that the water is not suitable for human consumption because it is above the permissible maximum limit based on Mexican regulations. Minitab was used to analyze the survey data, showing that 43.6% of the student community use the water fountains.

## Palabras Clave

Calidad del agua, NOM, Coliformes fecales, Coliformes totales, Minitab

## INTRODUCCIÓN

El agua es un compuesto básico para el desarrollo de los seres vivos, por ello, existen distintos aparatos que ayudan a tener una fácil distribución y consumo de ésta, como lo son los bebederos, dispositivos que emplean equipos de potabilización con el propósito de abastecer el recurso hídrico para consumo humano [1].

En la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato (ENMSG), existen tres bebederos, de los cuales sólo dos están en funcionamiento; son utilizados por la comunidad escolar (docentes, administrativos y alumnos), que ayudan a fomentar una vida más sana y eliminar el consumo excesivo del tereftalato de polietileno (PET) [2].

El PET es un compuesto que sustituyó el vidrio por su fácil distribución, poca fragilidad y bajo costo de producción, éste material comenzó su uso en la década de los sesentas. A lo largo de los años, los niveles de PET que se usan han contribuido a la contaminación ambiental [3].

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) [4], el agua para consumo humano debe y presenta parámetros permisibles que deben cumplirse, por lo que la investigación se centra en el análisis fisicoquímico y microbiológico en base a la Norma Oficial Mexicana del agua de los bebederos escolares y el análisis estadístico del consumo de agua embotellada en la institución educativa utilizando el software Minitab 17.

### ¿Qué es Minitab?

En 1972, tres profesores de Penn State crearon Minitab Statistical Software para enseñar estadística a sus alumnos de una manera más fácil. La aplicación realizaba los cálculos y permitía a los estudiantes centrarse en el aprendizaje de los conceptos y lo que podían descubrir acerca del mundo. “El software fue adoptado rápidamente por otros centros de enseñanza y revolucionó la manera de enseñar y realizar análisis de datos, además, combina una parte de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos” [5].

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

Se tomaron muestras de dos de los tres bebederos que hay en la escuela, debido a que sólo dos de ellos están en funcionamiento; etiquetándolos como M1 (ubicado afuera de la Sala de cine) y M2 (pasillo de enfermería). Éste se realizó durante dos ocasiones; en la primera, el muestreo se obtuvo sin tener conocimiento del mantenimiento higiénico del mismo, en la segunda se aplicó un enjuague en filtros de una solución diluida de cloro comercial (NaClO) (ver imagen 1). El total de las muestras colectadas fue de ocho, dos de ellas fueron transportadas en bolsas estériles con una capacidad de 500 mL con pastillas de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) con la finalidad de eliminar el cloro en agua y realizar el análisis microbiológico. Se emplearon dos recipientes de 1L para análisis físico-químico, dos para análisis de nitrógeno amoniacal y dos más para análisis de hierro.



Imagen 1: Muestreo realizado en la ENMSG.

### Determinación de parámetros fisicoquímicos

Los parámetros que se determinaron en las muestras de agua de los bebederos de la ENMSG, se presentan en la Tabla 1, bajo los requerimientos que marca la normatividad vigente.

**Tabla 1: Determinaciones fisicoquímicas en las muestras de agua de los bebederos de la ENMSG.**

Parámetros	
Color	pH
Conductividad	Dureza total
Sólidos totales	Dureza Ca <sup>2+</sup>
Sólidos suspendidos totales	Alcalinidad
Turbidez	Hierro
Fluoruros	Nitratos
Cloruros	Sulfatos
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Nitritos

### Determinación de parámetros microbiológicos

El análisis microbiológico se realizó usando un filtro de membrana, para lo cual se preparó con 100 mL en cada muestra, unidades formadoras de colonias (UFC) para analizar los coliformes totales y coliformes fecales. Las condiciones a las cuales se llevó a cabo cada determinación se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2: Determinaciones microbiológicas.**

Parámetro	Método	Tiempo de incubación
Coliformes totales	Filtro de membrana	48 horas
Coliformes fecales	Filtro de membrana	48 horas

### Estadística de los datos de la encuesta

Se realizó una encuesta por un período de 48 horas, con la finalidad de conocer la preferencia de la comunidad estudiantil en cuanto a consumo del recurso hídrico de bebederos o agua embotellada. Los datos obtenidos de la encuesta se introdujeron en una hoja de cálculo del software Minitab 17 para posteriormente generar gráficos (sectores

circulares) que proporcionen información relevante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de parámetros fisicoquímicos

Los resultados obtenidos para la determinación de parámetros fisicoquímicos se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3: Determinación fisicoquímica en las muestras de agua de los bebederos de la ENMSG.**

Parámetro	Primer muestreo		Segundo muestreo		MOD NOM 127-SSA1
	M1	M2	M1	M2	
Ph	7.84	7.87	7.74	7.90	6.5-8.5
Conductividad $\mu\text{S/cm}$	300.4	309.7	314	326.22	—
Dureza total mg/L	161.02	164.862	164.22	92.55	500
Dureza Ca <sup>2+</sup> mg/L	92.016	98.15	163.24	79.41	—
Hierro mg/L	0.04	0.13	0.11	0.31	0.30
Nitratos mg/L	0.27	0.18	—	—	10.0
Sulfatos mg/L	34.51	32.04	—	—	400.0
Nitritos mg/L	ND	ND	—	—	1
Sólidos totales mg/L	192	196	—	—	1000
Sólidos suspendidos totales mg/L	1	3	—	—	1000
Alcalinidad mg/L	122.86	122.86	110.33	116.59	—
Color platino cobalto	20	20	20	20	20
Turbidez mg/L	0.48	1.19	0.34	0.76	5
SAAM mg/L	ND	0.24	—	—	0.50
Fluoruros mg/L	0.28	0.30	—	—	1.50
Cloruros mg/L	20.25	18.07	—	—	250

En la tabla se muestra que todos los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles que marca la norma, con excepción del hierro, lo cual indica que uno de los filtros de los bebederos comienza oxidarse y por consiguiente, liberar pequeñas partículas de hierro. Lo anterior, puede resultar nocivo para la salud de los estudiantes, debido a la toxicidad que puede causar el elemento.

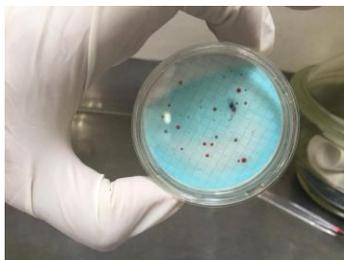
### Determinación de parámetros microbiológicos

Los resultados obtenidos para la determinación de la microbiología se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4: Determinación microbiológica en las muestras de agua de los bebederos de la ENMSG.**

Parámetro	Primer muestreo (UFC)		Segundo muestreo (UFC)	
	M1	M2	M1	M2
Coliformes totales	79	22	62	2
Coliformes fecales	0	12	0	0

Lo resultados de la tabla nos arroja la presencia de microorganismos en los dos muestreos realizados.



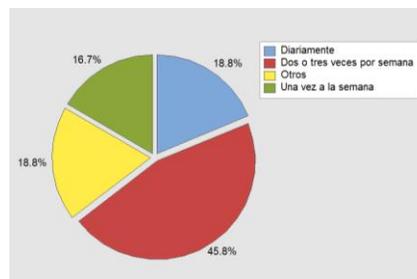
**Imagen 3: Muestra microbiológica M2 en el primer muestreo.**

En la imagen se aprecia la presencia de colonias desarrolladas a 48 horas de incubación. Cabe

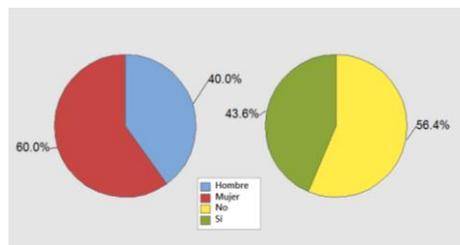
mencionar que la cepa inoculada degradó el medio.

### Estadística de los datos de la encuesta

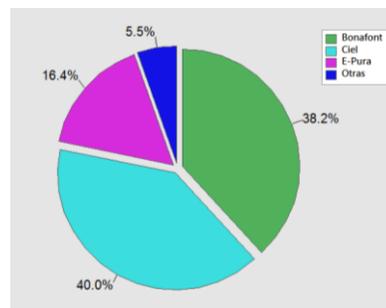
Se encuestaron a 110 estudiantes de la ENMSG, muestra representativo equivalente al 6.25% de la población. Los resultados de la encuesta nos muestran que un 43.6% de los estudiantes consumen agua de los bebederos, y de ese porcentaje 18.8% de ellos beben agua diariamente. La estadística de la encuesta, se muestra en las imágenes 2, 3 y 4:



**Imagen 2: Frecuencia de consumo de agua de bebederos en la ENMSG.**



**Imagen 3: Consumo de agua de bebederos escolares en ENMSG**



**Imagen 4: Marcas de agua embotellada que consumen los estudiantes de la ENMSG**

## CONCLUSIONES

La alta concentración microbiana presente en el agua de los bebederos, sugiere que no es apta para el consumo humano, por lo que se recomienda la sustitución de los filtros por otros nuevos, así como, un dispositivo adecuado para el llenado de las botellas de los usuarios como lo indica la Norma Oficial Mexicana.

El 43.6% de la comunidad estudiantil ingieren este recurso de manera frecuente, por lo cual es necesario que se tenga el equipo en condiciones óptimas, lo que puede evitar enfermedades infecciosas graves.

El uso del software Minitab 17, es una herramienta muy útil para procesar datos estadísticos y generar gráficos que permitan obtener información relevante en este estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Q. F. B. Victoria Méndez Ramírez por su apoyo y enseñanza en los días de práctica en el laboratorio durante esta investigación, así como, al I. T. A. Víctor Mauricio Hernández Martínez por su paciencia y su conocimiento. A mi asesora I.Q Nallely Yunuen Rubio Campos por el apoyo durante todo el verano en el que me ayudó a crecer como persona y como estudiante. A la Dra. en C.I.Q Beatriz Eugenia Rubio Campos por la guía en la redacción del reporte final. A José Francisco López Pérez por su compañía durante el proceso práctico-experimental de la investigación.

## REFERENCIAS

[1] Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans. ONU-Agua. 2008

[2] Moulton, L., Paparian, M., Peace, C., and Medina, J., (2003). Optimizing Plastics use, recycling and disposal. Sacramento, California. Publications Clearinghouse.

[3] Mónico, M. (2014). Envase plástico, Contaminación e Impacto ambiental. Buenos Aires, Argentina

[4] DOF, NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización.

[5] Grima-Cintas P. et. Al. (2011). Estadística con Minitab: Aplicaciones para el control y la mejora de la calidad. México. Pearson Educación.