

### **Nitratos en aguas de abastecimiento. Evaluación del riesgo tóxico**

Sara Barreto Cabrera



**Tutor: Dr. Ángel José Gutiérrez Fernández**

**Área de conocimiento: Toxicología**  
**Departamento de Obstetricia y Ginecología,**  
**Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública,**  
**Toxicología, Medicina Legal y Forense y**  
**Parasitología**

**Curso 2020-2021**

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Problemática del consumo excesivo de nitratos</b> .....	2
<b>Objetivos del estudio</b> .....	<b>3</b>
<b>Material y métodos</b> .....	3
Análisis estadístico de las muestras .....	6
<b>Resultados y discusión</b> .....	6
Evaluación del riesgo toxico.....	8
<b>Conclusiones</b> .....	11
<b>Anexos</b> .....	12
<b>Bibliografía</b> .....	13

## Resumen

Conocer la calidad de los alimentos y el agua que ingerimos a diario es importante para lograr llevar un estilo de vida saludable, por ello en este trabajo se ha centrado en la calidad de las aguas, más concretamente en las concentraciones de nitratos existentes en la isla de Tenerife, en el municipio de San Cristóbal de la Laguna y en el Puerto de la Cruz específicamente en la zona del Maritim.

La principal fuente de exposición de nitratos proviene de los alimentos, como las verduras y en menor proporción en agua, sin embargo, estas altas concentraciones de nitratos en el agua pueden resultar perjudiciales si se supera la ingesta diaria recomendada. Debido a ello se realizó un estudio de concentración de nitratos y evaluación del riesgo toxicológico en aguas de consumo humano teniendo en cuenta una ingesta diaria recomendada de 2 litros de agua en diferentes poblaciones referenciando la evaluación a una edad y peso determinados para comprobar si tras el consumo se podrían desarrollar efectos adversos en la salud.

Los resultados obtenidos se compararon con los valores establecidos en el Real Decreto 140/2003 de aguas de consumo humano con el fin de comprobar si todas las muestras se encontraban dentro del rango establecido por la legislación, no suponiendo un riesgo para los consumidores, sobre todo para los recién nacidos, que es el rango de población más vulnerable a padecer efectos adversos por el consumo excesivo de nitratos.

## Abstract

Knowing the quality of the food and water we ingest daily is important to achieve a healthy lifestyle, so this work has focused on the quality of water, more specifically on the concentrations of nitrates in the island of Tenerife, in the municipality of San Cristobal de la Laguna and Puerto de la Cruz, specifically in the Maritim area.

The main source of nitrate exposure comes from food, such as vegetables and to a lesser extent in water, however, these high concentrations of nitrates in water can be harmful if the recommended daily intake is exceeded. For this reason, a study of nitrate concentration and toxicological risk assessment in water for human consumption was carried out taking into account a recommended daily intake of 2 liters of water in different populations, referencing the assessment to a certain age and weight to check whether adverse health effects could develop after consumption.

The results obtained were compared with the values established in the Royal Decree 140/2003 on water for human consumption in order to check if all the samples were within the range established by the legislation, not posing a risk for consumers, especially for newborns, which is the range of population most vulnerable to suffer adverse effects due to excessive consumption of nitrates.

## Introducción

Pese a que cerca de tres cuartas partes de la superficie terrestre se encuentran cubiertas de agua, solo el 2,5% es agua dulce. De este porcentaje, un 70 % se encuentra congelada en forma de hielo y nieve y un 0,001% en forma de vapor de agua. Otro 0.0001% es el porcentaje de agua que forma parte de los seres vivos (Figura 1) [1].

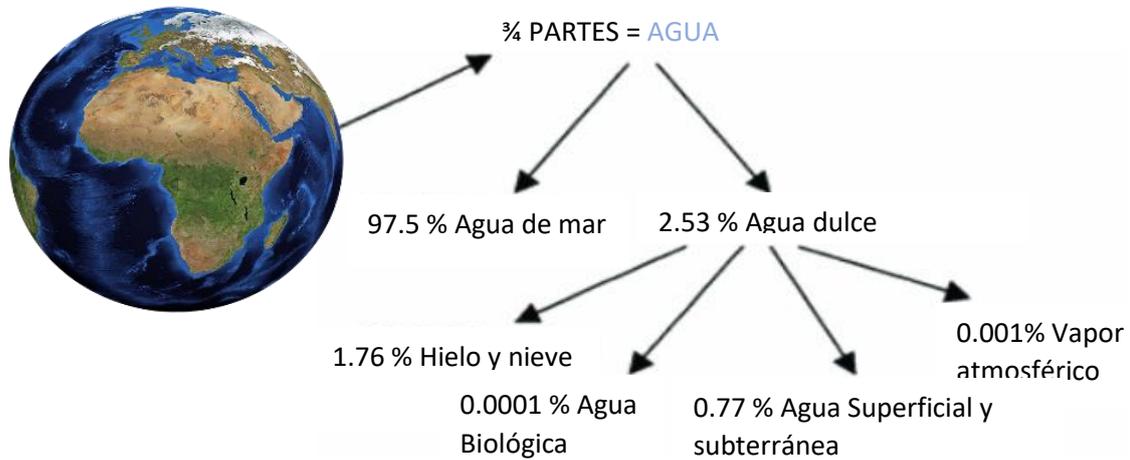


Figura 1: Distribución de agua

La gran mayoría del agua que queda disponible para el consumo humano es agua subterránea. Se trata de una fuente muy importante de agua potable para muchas personas a nivel mundial. Aproximadamente, un 50% de la población del mundo depende del agua subterránea para la obtención de agua potable [2].

Las aguas subterráneas procedentes de acuíferos profundos y confinados son inocuas y químicamente estables sin no presentan una contaminación directa, sin embargo, los acuíferos no confinados o poco profundos pueden estar expuestos a contaminación [3].

Las concentraciones de nitratos y nitritos en las aguas son un indicador de la calidad de estas. Ambos compuestos se relacionan directamente con el ciclo del nitrógeno del suelo y las plantas, aunque los nitratos aparecen a causa de la acción antropogénica al adicionar fertilizantes a los cultivos, haciendo que los niveles de estos compuestos aumenten drásticamente. Los fertilizantes artificiales son aplicados en forma de nitrato de amonio, sulfato de amonio, nitrato de calcio y amonio o urea, en función de las necesidades del cultivo. La mayor parte del amonio se convierte en nitrato en la zona superficial del suelo. Las excesivas concentraciones de nitratos en aguas de consumo se han asociado a problemas de salud, mientras que, en las aguas superficiales, se relaciona con la eutrofización [4].

En las Islas Canarias, las principales causas de contaminación de las aguas subterráneas son [5]:

- La elevada extracción: se da cuando existe un déficit en la ratio de entrada de agua al acuífero/salida de agua, produciéndose así el agotamiento de estos.
- Intrusión salina: en la línea de costa, la descompensación de los acuíferos a causa de las extracciones ha derivado en problemas de calidad de las aguas a causa de la contaminación por la intrusión de agua de mar, alterando las características de las aguas subterráneas.

- Contaminación puntual: principalmente esta contaminación procede de los vertidos de aguas residuales urbanas, los vertederos de residuos sólidos urbanos y vertidos de industrias, principalmente refinerías.
- Contaminación difusa: circunscrita principalmente la agricultura.

Los nitritos también se pueden formar a causa de la biodegradación de los nitratos, el nitrógeno amoniacal y otros compuestos orgánicos nitrogenados. El índice de nitratos y nitritos se utiliza como indicador de contaminación fecal en aguas [6].

Los nitratos no solo llegan a nuestro organismo mediante el consumo de agua, sino que también proceden del consumo de hortalizas y verduras, de aditivos alimentarios en embutidos y otros productos [7].

### Problemática del consumo excesivo de nitratos

Es conveniente conocer la toxicidad relacionada con los nitritos y compuestos N-nitrosados, debido a que la reducción de nitratos a nitritos puede ocasionarse a casusa de la acción de calor o de algún agente reductor [8].

Por otra parte, el nitrito reacciona con aminas formando nitrosaminas, de acción carcinógena demostrada en animales y en algunos estudios epidemiológicos en humanos y la metahemoglobinemia que afecta sobre todo a recién nacidos. Asimismo, la formación de compuestos N-nitrosos se asocia con malformaciones congénitas [9].

La metahemoglobinemia se trata de una enfermedad que se origina cuando el grado de oxidación del hierro contenido en el grupo hemo supera los mecanismos compensadores de los hematíes, pasando al estado férrico, siendo estos incapaces de transportar oxígeno y dióxido de carbono (figura 2). Los bebés sanos menores de 4-6 meses tienen una mayor predisposición de padecer metahemoglobinemia debido a diversos factores como son: mayor inmadurez en el sistema metahemoglobina reductasa, mayor susceptibilidad de la hemoglobina fetal a ser oxidada y un pH gástrico elevado que promueve el sobrecrecimiento bacteriano con mayor transformación intestinal de nitratos en nitritos, que son tóxicos [10].

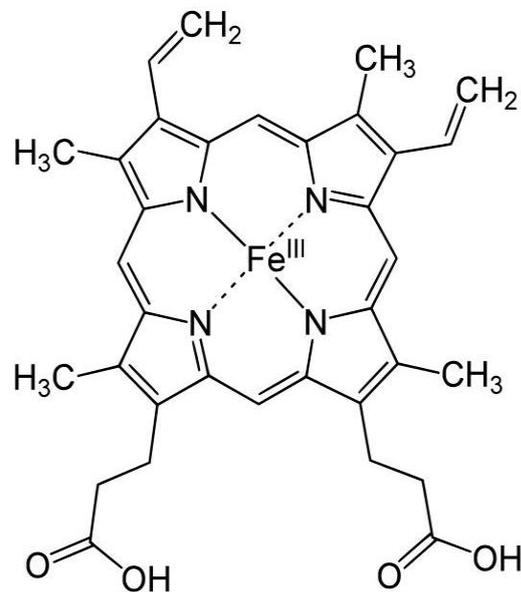


Figura 2: Molécula causante de la metahemoglobinemia

Según el real decreto 140/2003, del 7 de febrero, el valor paramétrico para aguas de consumo humano está establecido en 50 mg/L para nitratos. Con este decreto se pretende regular la calidad de las aguas para disminuir la posibilidad de que su consumo pudiera suponer un riesgo para la salud. Este reglamento fija unos parámetros y valores paramétricos que se deben de cumplir en las aguas de consumo humano y se han fijado en base a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos

criterios se aplican en todas aquellas aguas, independientemente de su origen y tratamiento que hayan recibido y que sean suministradas para la industria alimentaria o a través de redes de distribución pública o privada, depósitos o cisternas.[11]

## Objetivos del estudio

Por todo ello, este estudio consta de los siguientes objetivos:

1. Determinar la concentración de  $\text{NO}_3$  en aguas de consumo humano de la red de abastecimiento público de zonas de San Cristóbal de La Laguna y el Puerto de la Cruz.
2. Comprobar si estas concentraciones cumplen con la legislación vigente y por tanto son aptas para el consumo humano.
3. Evaluar si existe riesgo tóxico en cuanto a la concentración de nitritos debido a la ingesta de agua de abastecimiento público para la población de esas zonas.

## Material y métodos

Para llevar a cabo la toma de muestras, se seleccionaron diferentes barrios del municipio de San Cristóbal de la Laguna en función del número de habitantes. Una vez delimitados los barrios donde se iba a realizar el muestreo se recogieron 10 muestras por duplicado de 100 mL cada una (Figura 3).



Figura 3: mapa de muestreo

Se intentó realizar la toma de muestras de forma que fuera lo más representativa la forma más posible, intentando abarcar todas las zonas de cada barrio para comprobar si la distribución de las concentraciones de nitratos era similar dentro de los mismos. Las zonas de muestreo abarcaron el barrio de Taco, Gracia y Geneto. A parte de la toma de muestras en San Cristóbal de la Laguna, también se realizó un muestreo en El Puerto de la Cruz, en la zona del Hotel el Maritim, debido a que se trata de una zona con una problemática histórica de altos contenidos en nitratos. [12]

La gran mayoría de las muestras fueron recogidas en lugares públicos, como cafeterías y centros comerciales, salvo alguna muestra puntual que se recogió de domicilios privados.

Para el análisis de las muestras se ha utilizado el método espectrofotométrico ultravioleta descrito en “analíticos en alimentaria” métodos oficiales de análisis, aguas potables de consumo público y aguas de bebida envasada de PANREAC QUIMICA, S.A con referencias del método Standard Methods (APHA, AWWA y WPCF) 15ª Edición [13].

Este método solo resulta útil para muestras que contengan baja concentración de materia orgánica, es decir, aguas no contaminadas de origen natural y aguas procedentes de los suministros para consumo. Es importante tener presente que la materia orgánica disuelta también puede absorber radiación a 220 nm, sin embargo, el nitrato no absorbe a 275 nm. Por ello se realizan medidas con ambas longitudes de onda, para corregir el valor de nitrato. Para obtener el dato corregido, se resta la medida a 275 nm multiplicada por dos a la medida obtenida a 220 nm (figura 4).

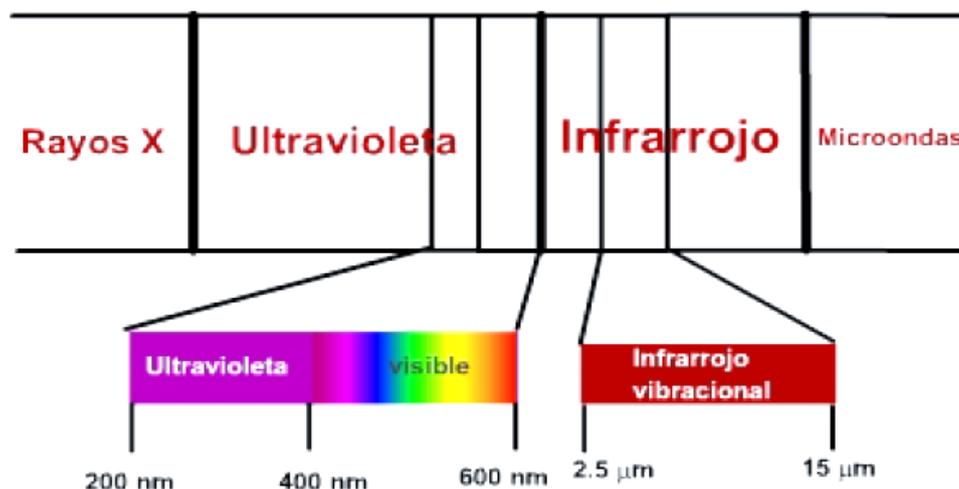


Figura 4: Espectro de radiación

Las técnicas de espectrofotometría se basan en la interacción de la materia con la radiación electromagnética con la que son irradiadas. a causa de esta interacción, las moléculas pueden pasar de un estado de energía m, a otro estado energético diferente, l, absorbiendo una cantidad de energía igual a la que existe entre los dos niveles energéticos. A causa de los diferentes tipos de energía (de los electrones, la rotación de las moléculas, los movimientos vibracionales de las mimas, etc.), las moléculas pueden interaccionar con las radiaciones electromagnéticas en un rango de longitudes de onda, dando lugar a diferentes tipos de espectroscopías. La medida de la absorbancia se realiza con la ayuda de un espectrofotómetro que se compone principalmente de un monocromador (prisma o red de difracción) que controla la longitud de onda de la radiación que incide sobre la muestra. La radiación que no es absorbida por la muestra es medida y comparada con una de "referencia". Las cubetas utilizadas para medir en el espectrofotómetro han de estar bien limpias. En el caso de las cubetas utilizadas para llevar a cabo la medida de los nitratos en agua, la cubeta utilizada fue de cuarzo [14].

El material y aparatos utilizados para la realización del ensayo fueron:

- Material:
  - Pipeta aforada de 25 ml
  - Pipeta automática de 1000 microlitros
  - Pipeta automática de 10 mililitros
  - Pipeta aforada de 10 mililitros
  - Tubos falcon de 50 ml
  - Tubos falcon de 15 mililitros
  - Matraces aforados de 10 mililitros
  - Pera
  - Vaso de precipitado
  - Celda de cuarzo de 1cm
- Aparatos
  - Espectrofotómetro UV-6300PC

- Reactivos
  - Ácido clorhídrico 1N (1mol/L)
  - Material de referencia certificado
- Software
  - IBM Statistic Spss 23.0
  - Uv-vis analytcs

Antes de comenzar con el análisis de las muestras, en primer lugar, se preparó la curva patrón con concentraciones de nitratos conocidas, para ello se realizaron los cálculos correspondientes (Tabla 1).

Nº de patrón	[NO <sub>3</sub> ] mg/L	Volumen de Material certificado (µL/10 mL)
1	0	0
2	5	112.8
3	10	225.7
4	15	338.6
5	20	451.5
6	25	564.3
7	30	667.2

Tabla 1: cálculos para la realización de la curva de calibrado

Una vez calculada la concentración de la disolución patrón que se debía utilizar, se llevaron a un matraz aforado con la ayuda de una pipeta automática. Posteriormente se añadieron 0.2 mL de ácido clorhídrico y se enrasó el matraz de 10 mL con agua ultrapura.

Antes de seguir con el análisis de las muestras de agua, se midió la recta de calibrado en el espectrofotómetro para asegurarnos que cumplía los requisitos para poder utilizarla posteriormente para la realización de las medidas de las muestras reales (Figura 5). Una vez se determinó que la recta de calibrado era válida para la realización del ensayo, se comenzó con la preparación de muestras para su posterior lectura.

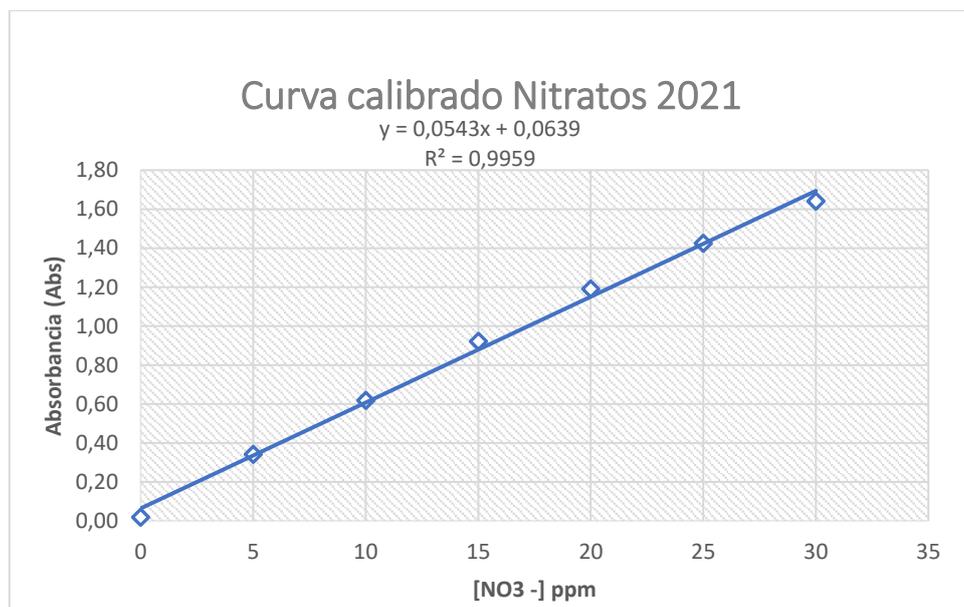


Figura 5: Curva de calibrado de nitratos

Debido a que todas las muestras procedían de la red pública de distribución se trataba de muestras claras por lo que el procedimiento de preparación de las muestras para su posterior análisis se simplificó debido a que no era necesario realizar ningún pretratamiento para la adecuación de las muestras a la metodología utilizada.

Con la ayuda de una pipeta aforada de 25 mL se tomó una alícuota de cada una de las muestras separando cada una de ellas en tubos falcon y se añadieron 0.5 mL de ácido clorhídrico 1 N (1mol/L). Se agitaron vigorosamente las muestras para homogeneizarlas y se procedió a su lectura con la ayuda del espectrofotómetro a 2 longitudes de onda diferentes; a 275 nm y a 220 nm.

El rango de detección de los nitratos se encontraba en 0 y 30 mg/L, debido a que a mayor concentración la lectura de aparato no era constante y la recta de calibrado tendía a estabilizarse. Debido a esto, en las muestras con un contenido superior de nitratos, se hizo necesario la dilución de las mismas. Concretamente, las muestras procedentes de la zona del Maritim tuvieron que ser tratadas y analizadas nuevamente, debido a que las concentraciones de nitratos superaban las concentraciones máximas de detección. De esas muestras se tomaron 10 mL de agua y 10 mL de agua ultrapura para diluirla, seguidamente se añadieron 0.4 mL de Ácido clorhídrico 1 N para analizarlas nuevamente.

#### Análisis estadístico de las muestras

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa IBM Statistic 23.0. Con el objetivo de conocer si existía normalidad en los resultados se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad y el estadístico de Leve para la homocedasticidad. Dado que no existía normalidad en los datos, se utilizaron test no paramétricos para continuar con el análisis estadístico.

El test de Kruskal Wallis indicó la existencia de diferencias significativas entre el contenido metálico de las muestras de diferentes zonas y para conocer entre qué zonas existían las diferencias estadísticamente significativas se empleó el test de U de Mann Whitney.

## Resultados y Discusión.

En la tabla 2, se muestran las concentraciones de nitratos obtenidos tras el análisis de las aguas de las diferentes zonas tanto del municipio de San Cristóbal de la Laguna, como del Norte, zona del Maritim situada en el Puerto de la Cruz.

Localidad	Concentración mg/L	Mínimo	Máximo
Geneto	9,443 ± 0,118	9,181	9,594
Gracia	10,556 ± 3,483	9,073	20,451
Taco	9,295 ± 0,124	9,156	9,545
Maritim	45,893 ± 1,125	43,703	47,217

Tabla 2: media de concentración de nitratos por localidad

Como se puede observar en la tabla 2 ninguna de las zonas analizadas superó el valor paramétrico de nitratos establecido por el Real Decreto 140/2003 [12] que es de 50 mg/L, siendo aptas por tanto para el consumo humano. En el gráfico 1, se presentan las concentraciones de todos los puntos de muestreo del estudio en referencia al valor paramétrico fijado por la legislación.

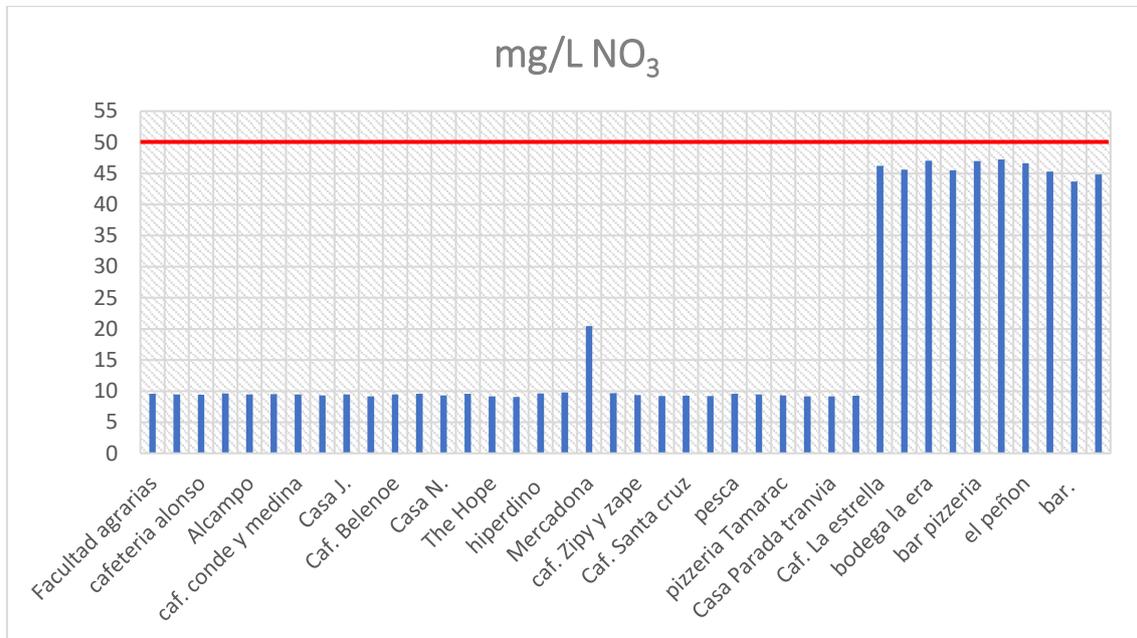


Gráfico 1: concentraciones de NO<sub>3</sub> en las muestras con referencia al valor paramétrico.

Tal y como podemos observar en la tabla 3, una vez realizada la prueba de Kruskal-Wallis, la concentración media de las muestras en cada zona analizada muestran diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de ppm NO <sub>3</sub> es la misma entre las categorías de Localidad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,

Tabla 3: prueba de kruskal-wallis

Con el fin de comprobar entre que zonas existían diferencias estadísticamente significativas, se procedió a realizar el test de U de Mann-Whitney, comprobando que las muestras obtenidas en la zona del Maritim se diferenciaban estadísticamente de las restantes zonas analizadas, siendo además la zona con mayor concentración de nitratos ( $45,894 \pm 1,125$  mg/L).

Como se puede observar en la gráfica 2, la distribución de la concentración de nitratos en la zona correspondiente a la zona de Taco, Gracia y Geneto es muy homogénea. De hecho, entre estas 3 zonas de muestreo, no existen diferencias estadísticamente

significativas en cuanto a la concentración de nitratos, siendo la zona con menor concentración la de Taco ( $9,295 \pm 0,124$  mg/L), aunque cabe destacar la muestra numero 19 correspondiente a Gracia que fue la que mayor concentración de nitratos registró de las muestras de la zona de San Cristóbal de la Laguna ( $20,451$  mg/L) aunque bastante menor a las concentraciones de la zona Maritim en el Puerto de la Cruz (Gráfico 1).

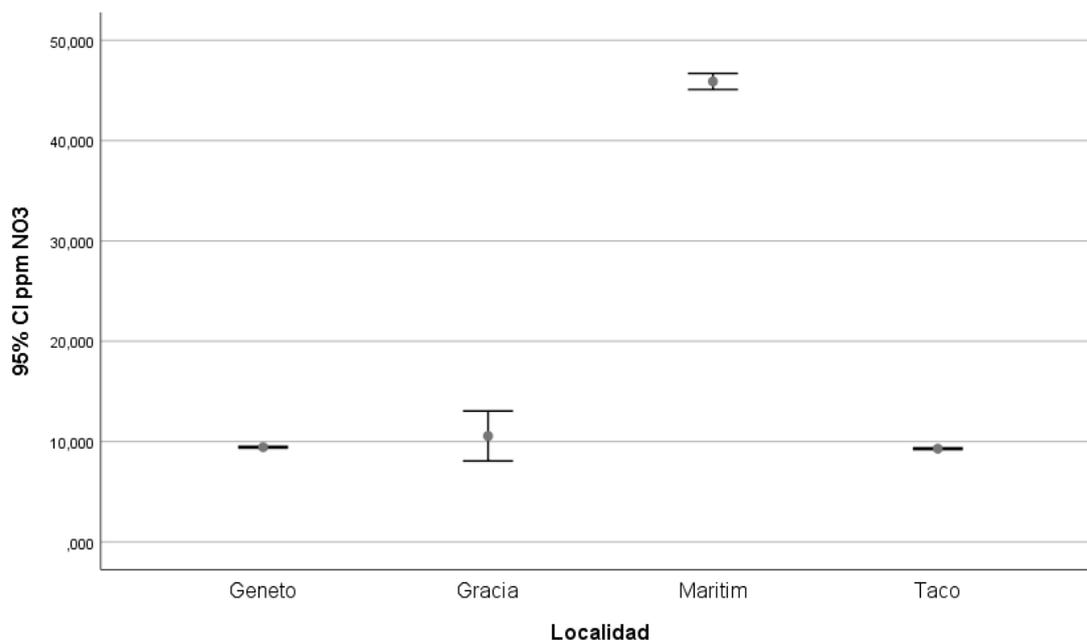


Gráfico 2: concentraciones de NO<sub>3</sub> en las muestras analizadas.

### Evaluación del riesgo tóxico.

Con el fin de comprobar si el agua podría ser consumida por la población sin riesgo debido a la presencia de nitratos en ellas, se procedió a realizar una estimación de la Ingesta Diaria Estimada (IDE) de nitratos. En la tabla 5 se presenta el aporte de nitratos debido al consumo de agua, suponiendo un consumo de 2 litros diarios[15]. La Ingesta Diaria Admisible (IDA) de nitratos es de  $3,7$  mg/kg p.c. [7]. Con la ayuda del valor de la IDA establecido por la EFSA, procedimos a calcular la IDA de nitratos según los rangos de pesos que hemos considerado, tal y como podemos observar en la tabla 3.

IDA de nitratos por peso				
niños	adolescentes	adultos		
18 kg	55 kg	65	70	75
66,6	203,5	240,5	259	277,5

Tabla 3: Resultados de evaluación del riesgo de Ingesta Diaria

Con estos resultados de la IDA, determinamos el porcentaje de aporte a esta IDA de nitratos con el consumo medio de agua de 2L diarios, como se puede ver en la tabla 4.

		% de aporte a la IDA de nitratos				
		niños	adolescentes	adultos		
		18 kg	55 kg	65	70	75
Geneto	9,443	28,357	9,280	7,852	7,292	6,805
Gracia	10,556	31,699	10,374	8,778	8,151	7,607
Taco	9,295	27,912	9,134	7,729	7,177	6,698
Maritim	45,894	137,819	45,104	38,165	35,439	33,076

Tabla 4: Resultados de evaluación del riesgo de Ingesta Diaria

Para las zonas de Geneto, Gracia y Taco el porcentaje de aporte a la IDA no supera el 32% en ningún caso, por lo que podemos concluir que no existe riesgo tóxico debido al consumo de agua por la población de estas zonas analizadas. Respecto a las muestras pertenecientes a la zona del Maritim, el aporte de nitratos es mucho mayor, pudiendo existir riesgo debido consumo de agua sobre todo para niños de menos de 25 kilogramos de peso, ya que se llegaría a más de un 100% de la IDA con el consumo de 2 L de agua con esa concentración de nitratos.

Localidad		Litros de agua para superar la IDA				
		niños	adolescentes	adultos		
		18 kg	55 kg	65	70	75
Geneto	9,443	7,053	21,550	25,469	27,428	29,387
Gracia	10,556	6,309	19,278	22,783	24,536	26,288
Taco	9,295	7,165	21,893	25,874	27,864	29,855
Maritim	45,894	1,451	4,434	5,240	5,643	6,047

Tabla 5: consumo de agua en L para superar la IDA

Para una mejor comprensión de los datos, en la tabla 5 se aporta la cantidad de agua que habría que consumir diariamente para que existiera riesgo tóxico debido al consumo de agua por la población teniendo en cuenta las concentraciones de nitratos. Tal y como se puede observar, la cantidad de agua que habría que consumir diariamente es mucho mayor que la que la población media consume diariamente por lo que no existiría riesgo debido al consumo de manera general. No obstante, desde hace años se viene advirtiendo la alta concentración de nitratos en la zona del valle de la Orotava, llegando a presentar de concentraciones de nitratos de 57,5 mg/L [12] en 2010 y tratándose por tanto de concentraciones por encima del valor paramétrico establecido por el RD 140/2003.

Aunque, es este trabajo las concentraciones de nitratos en las zonas procedentes del Maritim, sí que se encuentran por debajo del valor paramétrico y por lo tanto cumplen con la legislación y serían aptas para el consumo, de la evaluación del riesgo que hemos realizado, se desprende que los niños de menos de 25 kg sí que estarían en riesgo de sufrir efectos deletéreos por el consumo de dos litros de agua con la concentración de nitratos referenciado. Es más, en la tabla 6 podemos observar cómo un niño de 18 kg de peso únicamente consumiendo 1,45 L de agua al día superaría la IDA en un 37% por que existiría riesgo tóxico derivado del consumo de esta agua.

## Conclusiones

1. La ingesta de agua es primordial para un correcto estado de salud, sin embargo, debemos tener en cuenta la calidad del agua que consumimos, tras la realización de este trabajo podemos concluir que:
2. Las concentraciones medias de nitratos en las aguas analizadas oscilan entre  $9,295 \pm 0,124$  y  $45,893 \pm 1,125$  mg/L
3. No existen diferencias estadísticamente significativas entre el contenido medio de nitratos de las aguas de consumo de las zonas de Taco, Gracia y Geneto, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre estos valores y los obtenidos en la zona del Maritim, que además son los de mayor concentración ( $45,893 \pm 1,125$  mg/L).
4. Ninguna de las muestras analizadas supera el valor paramétrico establecido por el Real Decreto 140/2003, por lo que son aptas para el consumo humano en estas poblaciones analizadas.
5. Únicamente en la zona del Maritim el consumo de agua en cantidades normales podría ocasionar riesgo tóxico a los menores con un peso inferior a 25 kilos ya que superarían la IDA fijada para nitratos. El resto de las zonas analizadas, con un consumo normal de agua no existiría riesgo tóxico por la presencia de nitratos en el agua para cualquier rango de edad/peso de la población.
6. Es crucial seguir controlando las concentraciones de nitratos en las aguas de canarias, para seguir comprobando que cumplen con la legislación y asegurar así su calidad óptima para el consumo.

## Anexos

Anexo I: total de muestras analizadas para realizar la evaluación del riesgo toxicológico

Número de muestra	Localidad	Zona	mg/L NO <sub>3</sub>
1	Geneto	Facultad agrarias	9,543
2		Rest. La comarca	9,454
3		cafetería alonso	9,401
4		Casa S.	9,594
5		Alcampo	9,445
6		Bar mari	9,534
7		caf. conde y medina	9,474
8		Casa P.	9,331
9		Casa J.	9,474
10		Casa SL	9,181
11	Gracia	Caf. Belenoe	9,485
12		Campus belenoe	9,552
13		Casa N.	9,296
14		El Brasero de abajo	9,545
15		The Hope	9,159
16		casa Sam	9,073
17		hiperdino	9,600
18		Campus salon magno	9,746
19		Mercadona	20,451
20		caf. Habana	9,649
21	Taco	caf. Zipy y zape	9,336
22		caf. mi buda	9,212
23		Caf. Santa cruz	9,268
24		minicasino	9,228
25		pesca	9,545
26		el rincon de vallehermoso	9,449
27		pizzeria Tamarac	9,320
28		bar el can	9,161
29		Casa Parada tranvia	9,156
30		Mercadona	9,274
31	Maritim	Caf. La estrella	46,222
32		peluqueria	45,590
33		bodega la era	47,020
34		Bar plaza	45,490
35		bar pizzeria	46,961
36		Bar la esquina	47,217
37		el peñon	46,627
38		bistro	45,306
39		bar.	43,703
40		columbus	44,802

## Bibliografía

- [1] Pedro, R. C. (2007). *Uso Eficiente Y Sostenible De Los Recursos Naturales* (Aquilafuente). Universidad De Salamanca.
- [2] Marchesini, F. A. (2008). *Tecnologías Catalíticas para el tratamiento de aguas. Eliminación de Nitratos y Nitritos en agua utilizando catalizadores bimetálicos.*  
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/96>
- [3] OMS. (2006). *Guidelines for drinking-water quality (Vol. 1)* [Libro electrónico].  
WHO Regional Office Europe.  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1)
- [4] Buss, S. R., Environment Agency, Rivett, M. O., Morgan, P., & Bemment, C. D. (2005, noviembre). *Attenuation of nitrate in the sub-surface environment (SC030155/SR2).*  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/291473/scho0605bjcs-e-e.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291473/scho0605bjcs-e-e.pdf)
- [5] Cabildo de Tenerife. (2008, octubre). *Esquema provisional de temas importantes de la demarcación hidrográfica de Tenerife.*  
<https://www.aguastenerife.org/images/pdf/PHT1erCiclo/I-DocumentoInformacion/I-2-Anejos/I-2-Anejo8-EsquemaTemasImportantes.pdf>
- [6] Cabrera Molina, E., Hernández Garcíadiego, L., Gómez Ruíz, H., & Cañizares Macías, P. (2003). *Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar.* *Revista de la*

Sociedad Química de México, 47(1), 88–92.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rsqm/v47n1/v47n1a14.pdf>

[7] Aesan - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2008). Aesan.  
[http://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subdetalle/nitratos.htm](http://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/nitratos.htm)

[8] Salud ambiental-Nitratos. (2018). Govern Illes Balears.  
<https://www.caib.es/sites/salutambiental/es/nitrats-26197/>

[9] Vitoria, I., Maraver, F., Sánchez-Valverde, F., & Armijo, F. (2015). Contenido en nitratos de aguas de consumo público españolas. *Gaceta Sanitaria*, 29(3), 217–220. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2014.12.007>

[10] Herranz, M., & Clerigué, N. (2003). Intoxicación en niños: Metahemoglobinemia. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26. <https://doi.org/10.4321/s1137-66272003000200013>

[11] BOE. (2003). Real Decreto 149/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. *BOE* 2003;45:7228-7245

[12] Gutiérrez Fernández, A. J. (2010) Fluoruros y nitratos en las aguas de consumo humano de la isla de tenerife. evaluación del riesgo tóxico. Premio Buenaventura Machado Melián. Real Academia de Medicina de Santa Cruz de Tenerife (Distrito de Canarias).

[13] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation (APHA, AWWA, WPCF). (1992). *Métodos*

normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos.  
Madrid.

[14] Oscar Vargas, G. (2019, noviembre). ETERMINACIÓN DE NITRATOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV-VISIBLE EN PRODUCTOS CÁRNICOS. Biblioteca Digital Universidad Nacional de Cuyo. [https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos\\_digitales/13774/tesis-brom.-villegas-gabriel-2019.pdf](https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/13774/tesis-brom.-villegas-gabriel-2019.pdf)

[15] FESNAD. (2011). Importancia del agua en la hidratación de la población española: Documento FESNAD 2010 (Nutr Hosp. 2011;26(1):27–36). Nutrición Hospitalaria. [https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/articulos\\_especiales\\_3.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/articulos_especiales_3.pdf)