

Trabajo de Fin de Grado
Grado en farmacia

***“Contenido en sodio y potasio en
aguas de consumo de algunos
municipios de Tenerife y su posible
relación con la hipertensión en
cada uno de ellos”***



Curso académico 17/18
Convocatoria de junio

Alumna: Noemí Domínguez Mesa

Tutor: Felipe Hernández Luis

***“Siempre parece imposible
hasta que se hace”.***

-Nelson Mandela.

Agradecimientos

Gracias a mi tutor, el **Dr. Felipe F. Hernández Luis**, por hacer que este proyecto fuera posible, por guiarme y por su completa dedicación para cumplir nuestro objetivo.

Al **Dr. Antonio Cabrera de León**, profesor de Medicina Preventiva, al **Dr. José Félix Reyes** de la Gerencia de Atención Primaria de Tenerife y a **D. Melchor A. Rodríguez Gaspar** de la Sociedad Canaria de HTA, por proporcionarme los datos de prevalencia de hipertensión arterial en la Isla.

Al **Dr. Guillermo Eloy García González**, por prestarme su ayuda de forma desinteresada para medir el Na^+ y el K agua con un fotómetro de su Laboratorio 3G.

Al **Dr. D. Marcial González Morín** por su ayuda para intentar poner a punto un fotómetro de llama diseñado para medir Na^+ y K^+ en suero u orina, para medir dichos iones en agua. No fue posible porque la sensibilidad era muy baja.

Gracias a todos por hacerlo posible.

Abreviaturas

[Na⁺]	Concentración del catión sodio.
[K⁺]	Concentración del catión potasio.
Na/K	Relación sodio potasio.
mmol	Milimoles.
L	Litro.
mg/L	Miligramos por litro.
mmol/L	Milimoles por litro.
mmol/día	Milimoles por día.
g/día	Gramos por día.
ppm	Partes por millón (mg/L).
μS/cm	Microsiemens por centímetro.
Na⁺	Ion sodio.
K⁺	Ion potasio.
ATP	Adenosín trifosfato.
HTA	Hipertensión arterial.
SRAA	Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona.
ACV	Accidentes cardiovasculares.
ECV	Enfermedades cardiovasculares.
RD	Real Decreto.
AEFA	Asociación Española de Farmacéuticos Analistas.

Índice

1. ABSTRACT- RESUMEN.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
2.1. LOS IONES SODIO Y POTASIO	7
2.2. HIPERTENSIÓN ARTERIAL Y LOS IONES SODIO Y POTASIO.....	8
2.3. RELACIÓN DEL SODIO, POTASIO Y LAS AGUAS DE TENERIFE	9
2.4. ÁMBITO LEGAL.....	10
3. OBJETIVOS DEL TRABAJO	11
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
4.1 PRODUCTOS Y APARATOS DE MEDIDA	12
4.2 TOMA DE MUESTRAS	13
4.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	14
4.4 FUNDAMENTO TEÓRICO DE LA FOTOMETRÍA DE LLAMA	15
4.5 PARTES ESENCIALES DEL FOTÓMETRO DE LLAMA	15
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5.1 RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS	16
5.2 COMENTARIO DE LOS RESULTADOS	20
6 CONCLUSIONES.....	28
7 BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXO I: TABLAS DE CÁLCULO POR MUNICIPIOS.....	31

1. ABSTRACT

Canary Islands are an archipelago of volcanic origin, where public water supply can have a high concentration of minerals due to their geological characteristics, which can have some impact on public health.

A low intake of K^+ and a high intake of Na^+ is apparently related to high blood pressure, a chronic illness with high mortality and high incidence in Canary Islands. It may also be related to cardiovascular accidents.

The main objective of this study has been to quantify the amount of sodium and potassium contained in drinking water in each municipality of Tenerife, and to establish if there is a relationship with the prevalence of high blood pressure in the population. Flame photometry was used to measure the levels of these cations. It is a direct determination spectrophotometric technique. Results will be compared in accordance with current legislation in order to carry out a brief review of the current situation of public supply waters in Tenerife.

1. RESUMEN

Las islas Canarias son un archipiélago de origen volcánico, donde el agua de abastecimiento público puede tener una elevada concentración de minerales debido a sus características geológicas, lo que puede repercutir en la salud pública.

Una baja ingesta de potasio y alta de sodio se relaciona aparentemente con la HTA, una enfermedad crónica con elevada mortalidad y con alta incidencia en las Islas Canarias, y además con otras enfermedades como los accidentes cardiovasculares.

El objetivo principal de este estudio ha sido cuantificar la cantidad de sodio y potasio contenidas en aguas de consumo de cada municipio de Tenerife, y determinar si existe relación con la prevalencia de HTA en la población. Para medir los niveles de estos cationes se utilizó la fotometría de llama, una técnica espectrofotométrica de determinación directa. Se compararán los resultados de acuerdo con la legislación vigente con el fin de realizar una breve revisión de la situación actual de las aguas de abastecimiento público en Tenerife.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. LOS IONES SODIO Y POTASIO

El sodio es un elemento relativamente abundante en la naturaleza, que podemos encontrar mayoritariamente formando parte de la sal marina y mineral halita, y también en algunos suelos y rocas a concentraciones variables. Puesto que este elemento es el principal catión extracelular, interviene en diversos mecanismos fisiológicos que regulan el volumen y la presión sanguínea, además, juega un papel importante en la absorción y transporte de nutrientes.^{1,2}

El potasio, al igual que el sodio, es un metal alcalino abundante en la naturaleza que forma parte de minerales como la silvina, ClK, que es una variedad de sal, pero más amarga. Es el principal catión intracelular, y está relacionado con el impulso nervioso y la contracción del miocardio, ya que regula la sinapsis neuromuscular; también resulta de gran importancia en el mantenimiento del peristaltismo intestinal. Éste, se mantiene en torno a una concentración de 145mmol/L en el líquido intracelular, sin embargo, se pueden presentar desajustes debido a problemas sanitarios asociados. Un déficit de potasio, denominado hipopotasemia, puede presentar diversas consecuencias como arritmias cardíacas, debilidad muscular, intolerancia a la glucosa, entre otras patologías como una mayor predisposición a la formación de cálculos renales e hipertensión.¹⁻⁵

La vía de incorporación de sodio en el organismo es la dieta, tanto con los alimentos como con el agua, siendo la fuente más importante, la sal que se le añade a los alimentos en los procesos de elaboración culinaria o en el plato. Como principales alimentos ricos en sodio destacamos las carnes, pescados y huevos, donde la relación Na/K es alta. En cuanto al potasio, también es la dieta la principal vía de incorporación en el organismo; en este caso lo podemos encontrar en una mayor proporción en los alimentos de origen vegetal, tales como frutas, verduras, cereales y legumbres, que presentan una relación Na/K muy baja; ahora bien, cabe destacar que el procesamiento de los alimentos reduce la cantidad de K^+ , por lo que una dieta rica en alimentos procesados puede llevar a un déficit de este catión.^{2,5}

El sodio está sometido a una fuerte homeostasis renal, por acción de la aldosterona, minimizando así el riesgo de toxicidad y deficiencia. La hormona también produce, además de la absorción del Na^+ , la secreción de K^+ a nivel de los túbulos renales y su eliminación por la orina. Es por ello que, las situaciones que cursan con hiperaldosteronismo producen hipernatremia e hipopotasemia, con probablemente hipertensión.⁵

Ambos forman parte de la bomba Na/K, encargada de mantener el gradiente electroquímico (conocido como potencial de membrana) entre el citoplasma y el medio extracelular. Esta utiliza ATP para bombear 3 iones de Na^+ hacia el líquido extracelular, a cambio de 2 iones de K^+ que entran en la célula, generando así carga neta negativa en el exterior y positiva en el interior de las células; esta es esencial para que se produzca y transmita el potencial de acción, responsable de la transmisión del impulso nervioso ^{2,5}

La OMS recomienda una ingesta diaria de potasio de al menos 90 mmol/día (3510 mg/día) en adultos, con el fin de reducir la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares y cardiopatía coronaria en adultos. Para el Na, en cambio, recomienda reducir el consumo por debajo de 2g (5g de sal) a fin de reducir la presión sanguínea, los ACV y la cardiopatía coronaria, ya que existen evidencias que relacionan una ingesta alta con la incidencia de hipertensión.⁵⁻⁷

2.2. HIPERTENSIÓN ARTERIAL Y LOS IONES SODIO Y POTASIO

La hipertensión arterial supone la mayor causa de muerte y la segunda causa de discapacidad en el mundo. Tal y como plantean diversos estudios, el estilo de vida puede influir notablemente en el aumento de la presión arterial. Así, una elevada ingesta de sodio y baja de potasio, característicos de los países occidentales, son determinantes, junto a la obesidad y sedentarismo, de un aumento progresivo de la incidencia y prevalencia de la HTA.

Existen diversos mecanismos que participan en el desarrollo de la hipertensión relacionado con la ingesta de sodio. Uno de ellos consiste en la elevación de la presión arterial, necesario para aumentar la presión de filtración de los glomérulos con el fin de aumentar la eliminación de sodio, en respuesta a la expansión del volumen intravascular que se produce al aumentar la concentración plasmática de sodio. También destacamos otros mecanismos como los cambios hemodinámicos glomerulares, en respuesta a la disminución del número de nefronas, u otros independientes de la expansión de volumen, como la estimulación del SRAA. Por otra parte, la hipertensión producida por déficit de potasio incluye complejos mecanismos como disfunción endotelial, aumento del estrés oxidativo, inhibición de la bomba de sodio, etc. ⁸⁻¹⁰

2.3. RELACIÓN DEL SODIO, POTASIO Y LAS AGUAS DE TENERIFE

El suelo volcánico de carácter poroso y permeable en Tenerife hace que una fracción considerable del agua procedente de la lluvia se infiltre en el subsuelo. Es por ello que, las galerías son la principal fuente de agua de abastecimiento para la población, pudiendo verse aumentado su contenido en minerales debido a las características geológicas de Canarias. Por otro lado, a pesar de que la concentración de potasio en agua potable es relativamente baja, el hecho de que se utilice en el procedimiento del tratamiento de las aguas puede aumentar los niveles en estas. Estos factores podrían resultar en problemas significativos para la salud de las personas, tales como hipertensión, enfermedades cardíacas, entre otras.^{4,11}

Tabla 1: Ingesta de potasio diaria recomendada por grupos de edad ⁵

<i>Grupos de edad</i>	<i>Ingesta de K⁺ diaria recomendada</i>
<i>De 0 a 9 años</i>	125-700 mg/día
<i>Niños y Adolescentes (10-19 años)</i>	1200 mg/día
<i>> 20 años</i>	700 mg/día

Tabla 2. Ingesta de sodio diaria recomendada por grupos de edad ³

<i>Grupos de edad</i>	<i>Ingesta de Na⁺ diaria recomendada</i>
<i>Hasta 49 años</i>	1.5 g/día
<i>Adultos mayores (50-70 años)</i>	1.3 g/día
<i>Edad avanzada (> 71 años)</i>	1.2 g/día

2.4. ÁMBITO LEGAL

Se rige por el **RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano**, que tiene por objeto establecer los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de consumo humano y las instalaciones que permiten su suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor y el control de éstas, garantizando su salubridad, calidad y limpieza, con el fin de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas.”

En este RD, concretamente en el anexo I, podemos observar los valores paramétricos establecidos para las aguas de abastecimiento público, siendo para el sodio de 200 ppm. Para el potasio, sin embargo, no aparece ningún valor límite en el mismo; En el **RD 1138/1990**, en cambio, si se establece la cantidad de 12ppm como concentración máxima admisible, aunque está actualmente derogado.^{12,13}

C. Parámetros indicadores

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
31. Bacterias coliformes	0 UFC	En 100 ml	
32. Recuento de colonias a 22 °C			
A la salida de ETAP	100 UFC	En 1 ml	
En red de distribución	Sin cambios anómalos		
33. Aluminio	200	µg/l	
34. Amonio	0,50	mg/l	
35. Carbono orgánico total	Sin cambios anómalos	mg/l	1
36. Cloro combinado residual	2,0	mg/l	2, 3 y 4
37. Cloro libre residual	1,0	mg/l	2 y 3
38. Cloruro	250	mg/l	
39. Color	15	mg/l Pt/Co	
40. Conductividad	2.500	µS/cm ⁻¹ a 20 °C	5
41. Hierro	200	µg/l	
42. Manganeseo	50	µg/l	
43. Olor	3 a 25 °C	Índice de dilución	
44. Oxidabilidad	5,0	mg O ₂ /l	1
45. pH:			5 y 6
Valor paramétrico mínimo	6,5	Unidades de pH	
Valor paramétrico máximo	9,5	Unidades de pH	
46. Sabor	3 a 25 °C	Índice de dilución	
47. Sodio	200	mg/l	
48. Sulfato	250	mg/l	
49. Turbidez: A la salida de ETAP y/o depósito	1	UNF	
En red de distribución	5	UNF	

Figura 1. *Parámetros Indicadores*, extraída del Anexo I del RD 140/2003.

3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

- Comprender los fundamentos teóricos de la Fotometría de Llama y conocer su procedimiento experimental.
- Utilizar la técnica de la fotometría de llama para la determinación de Na^+ y K^+ en las aguas de abastecimiento público de los municipios de Tenerife.
- Discutir los resultados obtenidos basándonos en la normativa vigente.
- Discutir los resultados en base a la prevalencia de la hipertensión arterial.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 PRODUCTOS Y APARATOS DE MEDIDA

Los reactivos utilizados fueron:

- Agua destilada utilizada como “cero” a la hora de llevar a cabo las medidas.
- Patrón interno estándar 1.5 mmol/L de Cs comercial para eliminar posibles interferencias.
- Disolución estándar Na/K/Li 140/5/1 comercial de Instrumental Laboratory para la calibración del fotómetro de llama.

Las concentraciones de sodio y potasio en las muestras fueron medidas con el fotómetro de llama IL 943 de Instrumental Laboratory S.p.A., con un rango de medida de 0.0 a 200.0 mmol/L para el Na^+ y de 0.00 a 20.00 mmol/L para el K^+ ; éste utiliza como combustible propano o butano, en nuestro caso utilizamos propano.

Además, se llevó a cabo la medida del pH de las muestras con el pH-metro HANNA Instruments HI 8424 calibrado con disoluciones buffer de $\text{pH}=7.01 \pm 0.01$ y $\text{pH}=4.01 \pm 0.01$, y la conductividad específica mediante un conductímetro YSI 3200 previamente calibrado con disoluciones buffer de 10^3 , 10^4 y $10^5 \mu\text{S/cm}$, respectivamente.

Tabla 3. Productos

 1. Patrón interno	 2. Standard Na/K/Li
---	--

Tabla 4. Aparatos de medida**1. Fotómetro de Llama****2. ph-metro****3. Conductímetro**

4.2 TOMA DE MUESTRAS

Se llevó a cabo la toma de muestras de agua de abastecimiento público en cada municipio de isla de Tenerife, con el fin de tener una muestra de cada uno de ellos. El muestreo se llevó a cabo flameando la boca de salida, y posteriormente se dejó correr el agua por 5 minutos para eliminar la porción de agua que se encuentra en las tuberías, y con ella las posibles interferencias. Las muestras se depositaron en un envase estéril, al que se le realizó previamente varios lavados con el agua a recoger. El volumen de cada muestra recogida fue de 1L y fueron conservadas en un frigorífico, bien tapadas y protegidas de la luz para una mayor fiabilidad de los resultados.



Figura 2. Muestras de agua de abastecimiento

4.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente forma:

1. Recogida de muestras, en cada municipio, y su posterior conservación en frigorífico tapadas herméticamente, con el fin de evitar la evaporación del agua, y el aumento de concentración de iones.
2. Encender el fotómetro de llama 15 minutos antes de comenzar a medir para que se estabilice.
3. Calibración del fotómetro de llama, antes de iniciar las medidas de Na^+ y K^+ , con la disolución estándar de Na/K/Li a una concentración de 140 y 5 mmol/L para el sodio y el potasio, respectivamente.
4. Realizar la primera medida con agua destilada para tomarla como cero.
5. Comenzar la medida de las muestras, para ello solo es necesario pulsar la tecla “muestra” para que el aparato recoja la cantidad de agua pertinente y volver a pulsar la misma tecla para que realice la medida de los iones. Este procedimiento se realizó cinco veces para cada muestra.
6. Se repitió la calibración del aparato cada 11 medidas aproximadamente (el aparato indica cuando lo necesita). Cabe destacar que, si el fotómetro detectaba alguna anomalía en cuanto a estabilidad, era necesario comprobar si existía algún colapso en los conductos del sistema y arreglarlo si precisa.
7. Los valores de sodio y potasio en cada muestra se obtenían por determinación directa en unidades de mmol/L, posteriormente los pasamos a ppm (mg/L).
8. Tabulamos los resultados y calculamos los parámetros estadísticos pertinentes.

4.4 FUNDAMENTO TEÓRICO DE LA FOTOMETRÍA DE LLAMA

El principio que sirve de base a la fotometría de llama implica la excitación de los electrones de un átomo por la energía térmica de una llama. Los electrones, al resultar inestables en el estado excitado, ceden su exceso de energía al ambiente al pasar de su estado de máxima energía al de menor. Si la energía se disipa en forma de luz, ésta puede originarse por tránsitos entre varios niveles de energía y, por tanto, poseer diferentes longitudes de onda características para cada elemento.

Los metales alcalinos son fáciles de excitar en una llama; así pues, átomos metálicos presentes en una solución de cationes, como pueden ser el sodio y el potasio, producen un color amarillo y violeta respectivamente.

El hecho de que la intensidad luminosa de la longitud de onda que producen cada uno de los átomos resulte directamente proporcional al número de átomos que emiten energía, y que a su vez esto sea directamente proporcional a la concentración de una sustancia de interés presente en la muestra, hace que esta técnica resulte de gran utilidad para la determinación directa de la concentración de varios metales.¹⁴

4.5 PARTES ESENCIALES DEL FOTÓMETRO DE LLAMA¹⁴

1. Gases para fotometría de llama: Se utiliza una combinación de propano al 99% con aire.
2. Nebulizador: Disgrega la solución en pequeñas gotas para que los átomos absorban la energía térmica procedente de la llama y se exciten.
3. Filtros: Selecciona la longitud de onda de interés para hacerla pasar por el detector. En nuestro caso, el aparato utilizado dispone de cuatro filtros, cada uno con un paso de banda cercano a la longitud de onda de emisión de cada ion.
4. Detectores: Convierte la energía en una señal eléctrica.

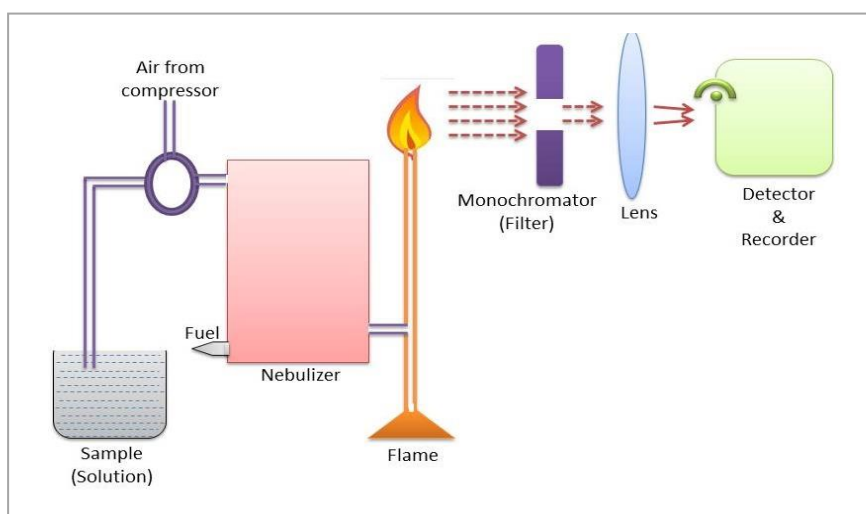


Figura 3. Esquema Fotómetro de Llama.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

En la Tabla 5, se adjunta un resumen de los cálculos de los valores experimentales de concentración de sodio y potasio obtenidos, así como de la relación Na/K (Las tablas de cálculo por municipio se encuentran en el Anexo 1). También se incluye en dicho resumen la prevalencia de hipertensión arterial (proporcionados por la *Gerencia de Atención Primaria de Tenerife*), el pH y la conductividad de las aguas de abastecimiento público de los municipios de la isla de Tenerife.

Tabla 5. Valores experimentales de concentración de sodio y potasio (ppm); relación Na/K; Prevalencia de hipertensión arterial (%); pH; Conductividad por municipio

Municipio	[Na⁺] (ppm)	[K⁺] (ppm)	Na/K	Prevalencia HTA	pH	Conductividad (μS/cm)
<i>Adeje</i>	71.3 ± 0.0	5.3 ± 0.1	13.4 ± 0.4	15.41%	9.12	543.4
<i>Arafo</i>	120.3 ± 5.2	12.9 ± 0.5	9.3 ± 0.1	-	8.80	647.1
<i>Arico</i>	121.9 ± 0.0	25.8 ± 0.5	4.7 ± 0.1	31.97%	8.99	882.6
<i>Arona</i>	95.0 ± 0.9	8.9 ± 0.2	10.7 ± 0.2	21.52%	8.20	772.2
<i>Buenavista del Norte</i>	147.9 ± 1.9	25.4 ± 0.3	5.8 ± 0.1	28.27%	8.68	1020
<i>Candelaria</i>	167.1 ± 0.9	12.4 ± 0.2	13.5 ± 0.2	26.91%	8.72	1564
<i>El Rosario</i>	160.3 ± 0.0	23.7 ± 0.2	6.8 ± 0.0	20.58%	8.76	1456
<i>El Sauzal</i>	133.1 ± 0.2	47.4 ± 0.2	2.75 ± 0.0	-	8.87	946.2
<i>El Tanque</i>	95.0 ± 0.9	14.3 ± 0.3	6.6 ± 0.2	-	8.42	639.2
<i>Fasnia</i>	83.5 ± 1.9	23.8 ± 0.6	3.5 ± 0.0	-	8.60	594.8
<i>Garachico</i>	152.5 ± 0.9	24.9 ± 0.2	6.2 ± 0.1	-	8.43	1168
<i>Granadilla de Abona</i>	119.6 ± 0.0	24.4 ± 0.2	4.9 ± 0.0	19.02%	8.04	938.8
<i>Guía de Isora</i>	112.9 ± 0.0	48.7 ± 0.2	4.3 ± 0.0	23.99%	7.85	802.3
<i>Güímar</i>	97.3 ± 0.9	20.5 ± 0.0	4.7 ± 0.1	26.75%	8.53	747.4
<i>Icod de los Vinos</i>	66.7 ± 0.9	11.2 ± 0.2	5.9 ± 0.1	29.90%	8.81	354.4
<i>La Guancha</i>	68.2 ± 0.9	11.7 ± 0.3	5.8 ± 0.2	32.67%	8.59	382.6
<i>La Laguna</i>	98.07 ± 3.4	19.9 ± 0.3	4.9 ± 0.1	23.88%	8.58	787.0
<i>La Matanza de Acentejo</i>	122.4 ± 0.2	47.6 ± 1.2	2.6 ± 0.0	27.16	8.75	979.7
<i>La Orotava</i>	136.4 ± 3.8	7.0 ± 0.5	19.4 ± 0.8	26.53	8.83	1000.8
<i>La Victoria de Acentejo</i>	137.2 ± 2.5	25.3 ± 0.2	5.4 ± 0.1	30.76	8.80	1091
<i>Los Realejos</i>	127.9 ± 0.9	23.9 ± 0.3	5.4 ± 0.0	26.55	8.46	784.6
<i>Los Silos</i>	100.4 ± 0.9	15.1 ± 0.2	6.6 ± 0.0	28.27	8.30	683.0
<i>Puerto de la Cruz</i>	69.7 ± 2.5	17.7 ± 0.4	3.9 ± 0.1	27.07	8.85	560.0
<i>San Juan de la Rambla</i>	191.6 ± 1.9	29.1 ± 0.3	6.6 ± 0.0	32.67	8.39	1759
<i>San Miguel de Abona</i>	84.3 ± 0.9	19.8 ± 0.0	4.3 ± 0.0	-	7.26	814.3
<i>Santa Cruz de Tenerife</i>	81.9 ± 0.9	10.4 ± 0.2	7.9 ± 0.0	23.02	8.93	626.7
<i>Santa Úrsula</i>	52.9 ± 0.0	11.3 ± 0.0	4.7 ± 0.0	25.79	6.95	600.2
<i>Santiago del Teide</i>	156.6 ± 0.2	48.8 ± 0.0	3.2 ± 0.0	23.89	7.68	1389
<i>Tacoronte</i>	68.9 ± 0.0	9.7 ± 0.0	7.1 ± 0.0	26.85	8.56	781.5
<i>Tegueste</i>	43.7 ± 0.0	4.0 ± 0.2	10.8 ± 0.4	24.44	8.65	521.0
<i>Vilaflor</i>	10.8 ± 0.9	3.3 ± 0.2	3.3 ± 0.4	19.49	8.96	139.7

Podemos decir que los resultados obtenidos son bastante fiables ya que mensualmente se comprueba, por medio de la AEFA, la exactitud del aparato de medida utilizado.

Para realizar otra comprobación del método utilizado, medimos la concentración de sodio y potasio en aguas embotelladas comerciales etiquetadas, mediante el mismo procedimiento que hemos utilizado para nuestras muestras (Tabla 6).

Tabla 6. Comprobación del método con aguas comerciales etiquetadas

	$[K^+]$ experimental	$[K^+]$ etiqueta	$[Na^+]$ experimental	$[Na^+]$ etiqueta
Bezoya	-	-	1.3	1.2
Fonteide	9.0	9.0	20.5	21.3
Lanjarón	-	-	4.5	4.8

Podemos observar que los valores medidos experimentalmente son bastante cercanos a los que declara la etiqueta, teniendo así, una evidencia más de la fiabilidad del método utilizado.

Además, para la validación del método analítico utilizado, se utilizó la precisión en condiciones de repetitividad, en la que un mismo analista analiza las muestras en un mismo día, con el mismo aparato y en el mismo laboratorio. Para ello escogimos una muestra al azar, que correspondía al agua de abastecimiento de Vilaflor. Le realizamos 10 medidas, obteniendo los resultados que se adjuntan en la Tabla 7. Para las concentraciones de cada uno de los cationes se realizó la media y la desviación estándar, siendo la media 11.26 ppm con una desviación estándar igual a 1.3 ppm para el sodio, y 2.6 ppm con una desviación estándar de 0.10 ppm para el potasio. Representando los valores obtenidos de $[Na^+]$ y $[K^+]$, observamos que solo dos valores en cada caso caen fuera de una desviación estándar por encima o por debajo de la media, por lo que podemos decir que es bastante preciso (véase Figuras 4 y 5).

Tabla 7. Comprobación del método mediante precisión (en condiciones de repetitividad)

$[Na]^+(ppm)$	13.79	11.49	11.49	11.49	11.49	9.20	11.49	11.49	11.49	11.49
$[K]^+(ppm)$	2.76	2.53	2.53	2.76	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53

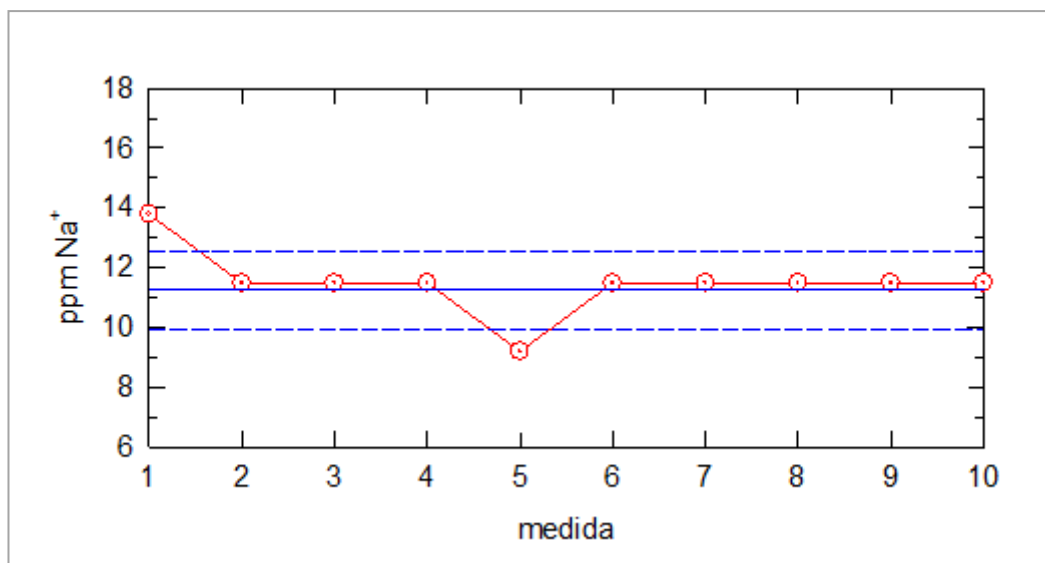


Figura 4. Precisión de las medidas de sodio

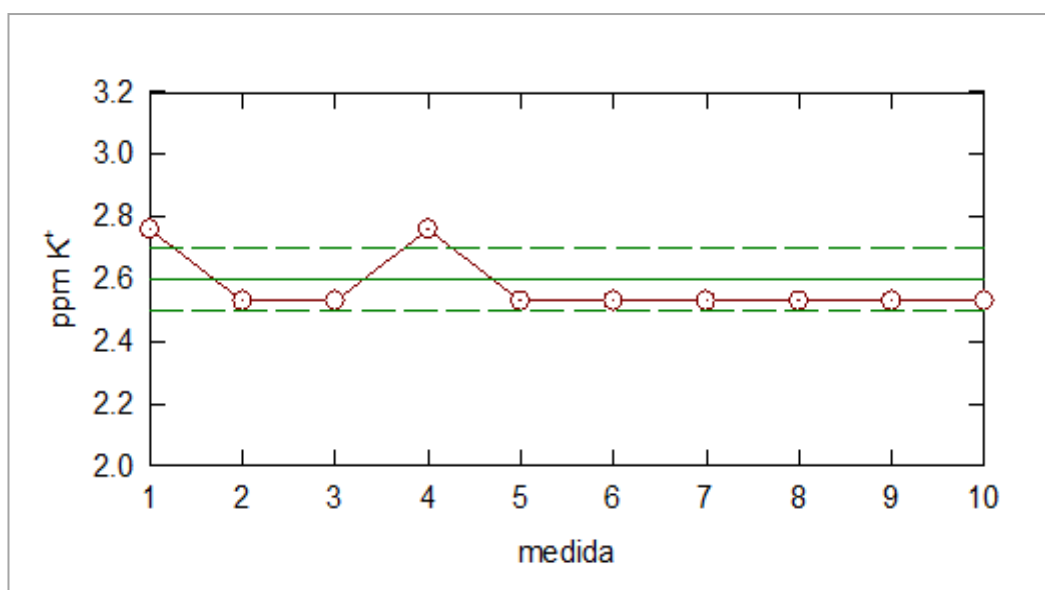


Figura 5. Precisión de las medidas de potasio.

5.2 COMENTARIO DE LOS RESULTADOS

Debemos hacer hincapié en que este es un estudio preliminar y, por tanto, los resultados obtenidos son orientativos, ya que tal y como se establece en el **Anexo V del Real Decreto 140/2003**, del 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, sería necesario un estudio más exhaustivo, tomando mayor número de muestras, de diferentes localizaciones dentro de cada municipio, para que este estudio fuese más representativo.

A continuación, se muestran diversas figuras donde se observan los resultados obtenidos de una manera más visual, así como la tendencia y prevalencia en cada municipio.

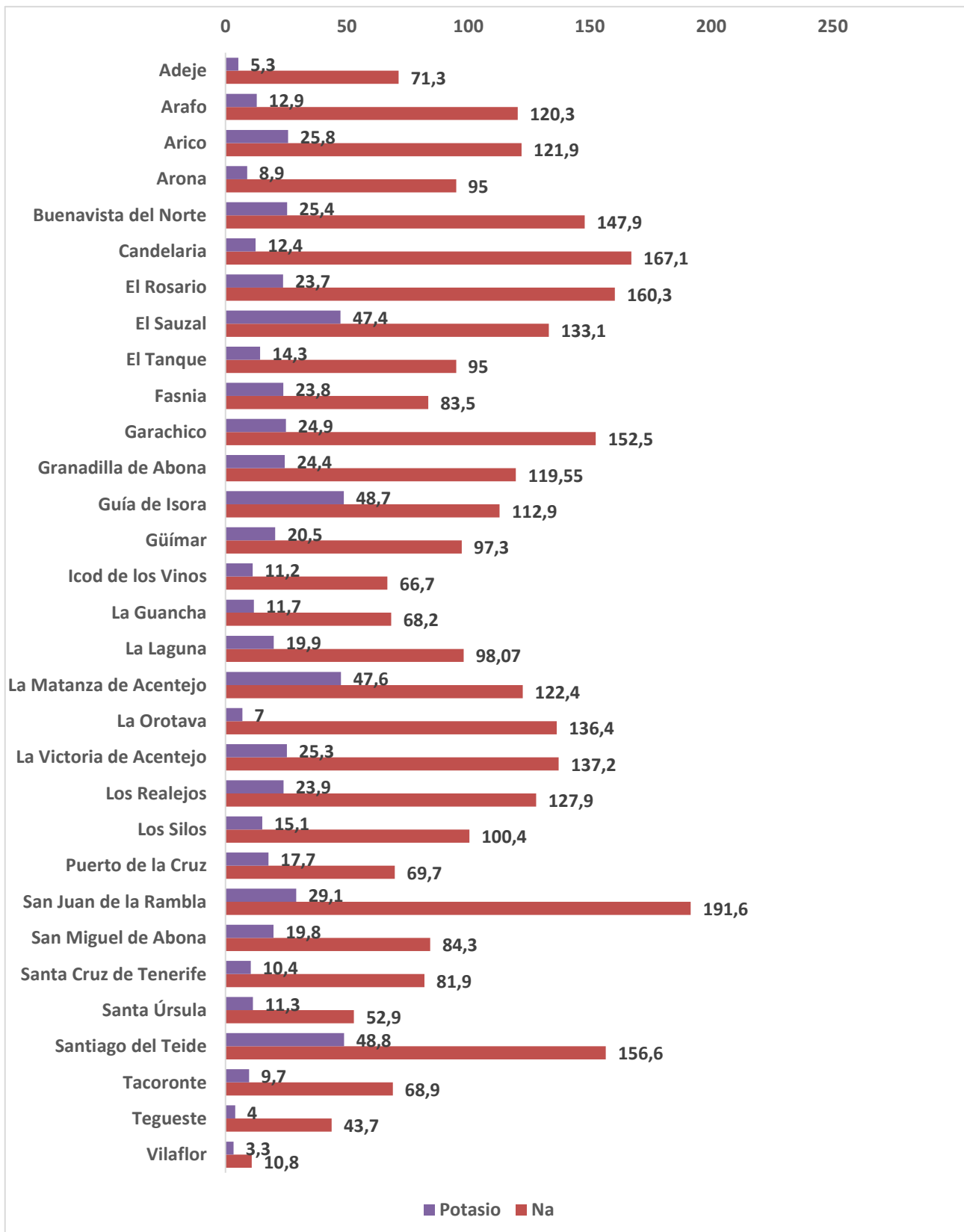


Figura 6. Relación de [Na⁺] y [K⁺] por municipio.

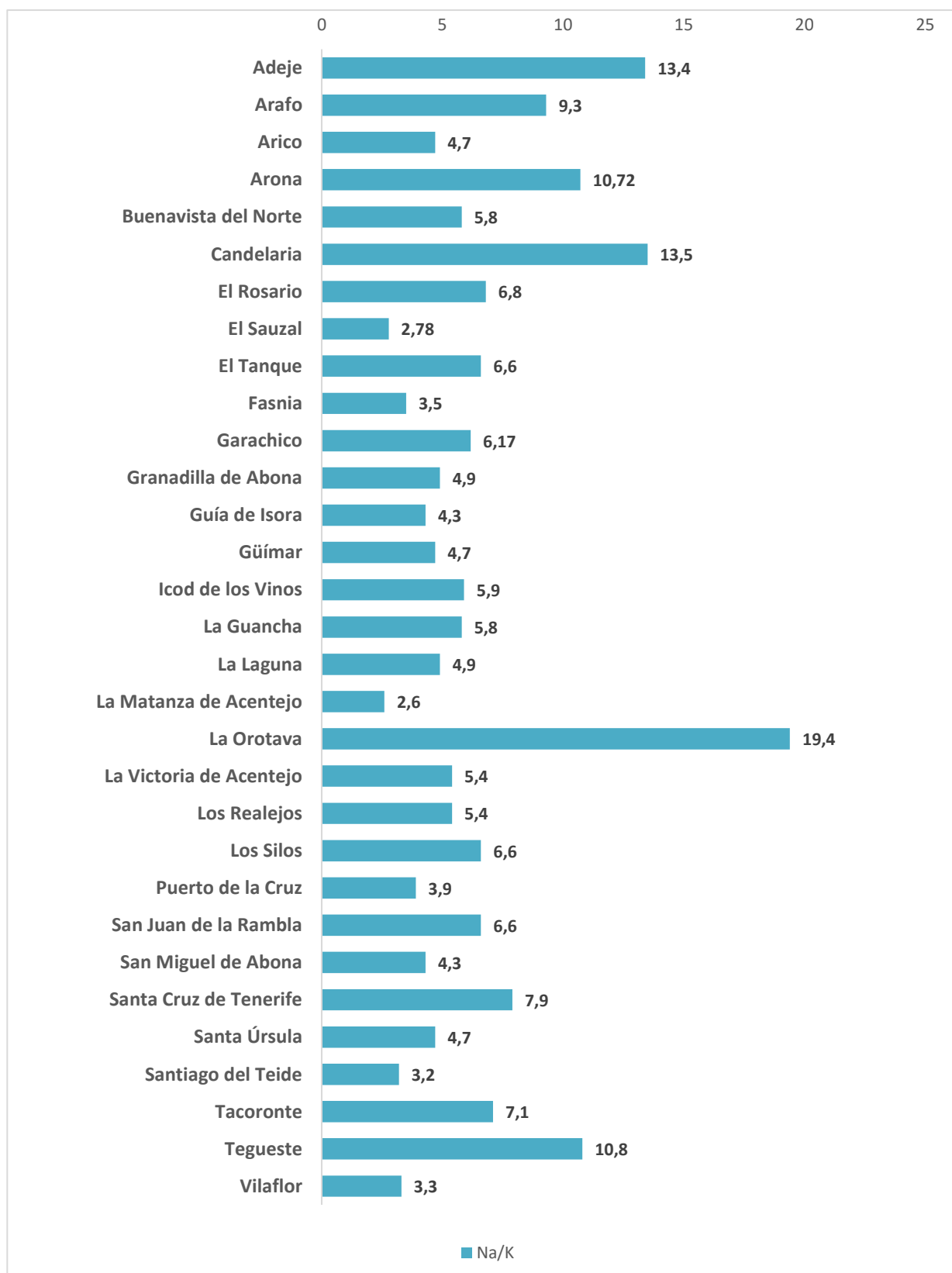


Figura 7. Relación de Na/K por municipio.

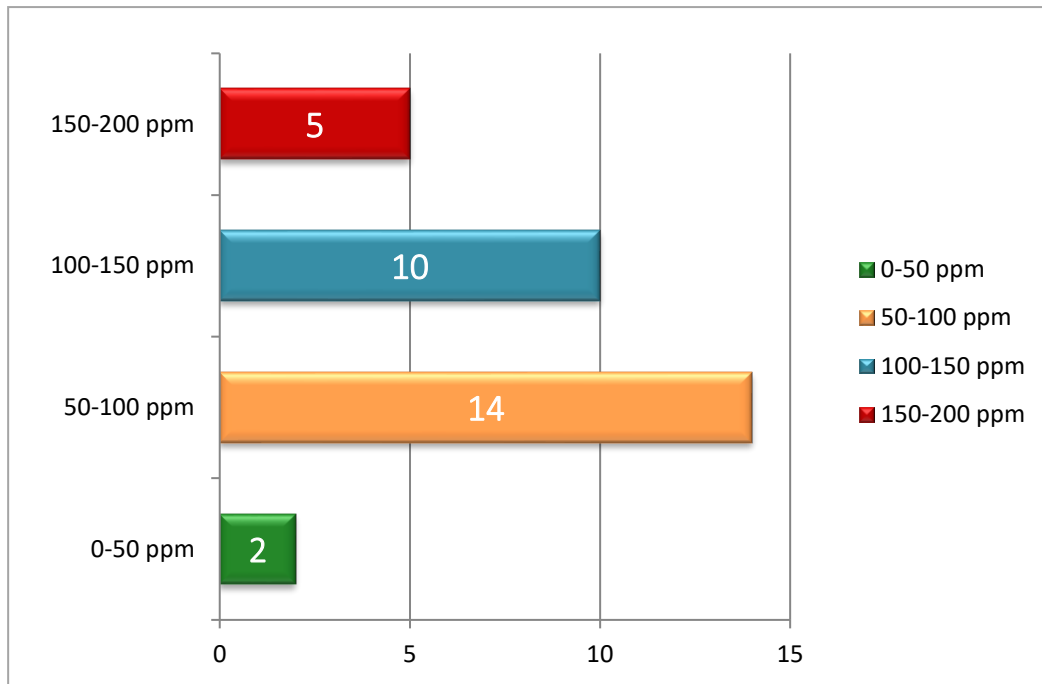


Figura 8. Número de municipios en cada intervalo de concentraciones de Na⁺.

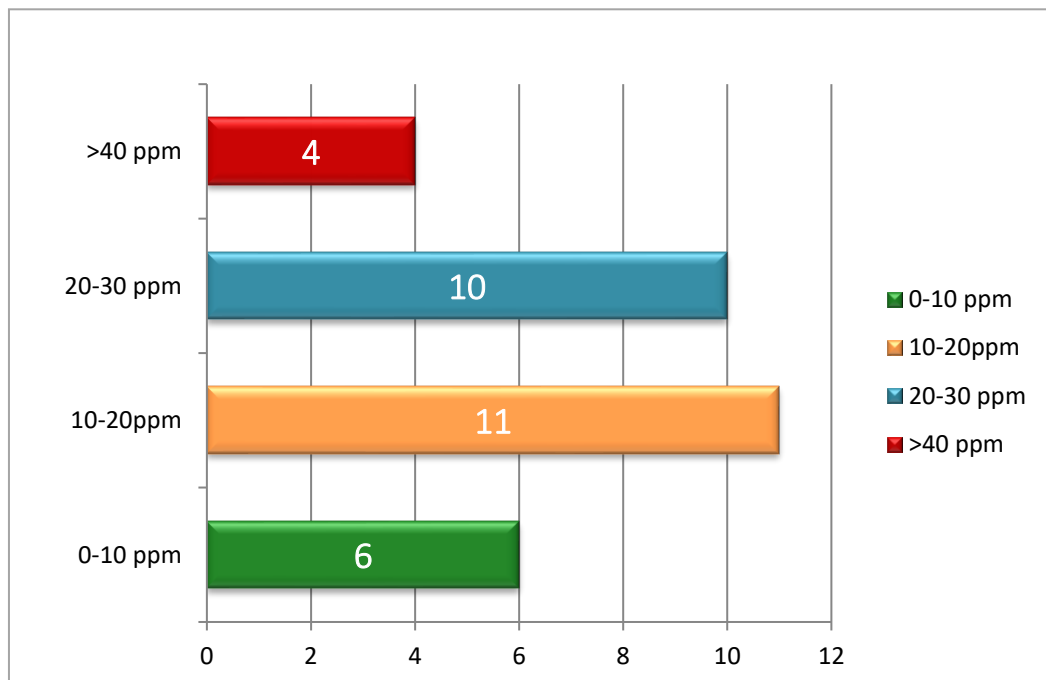


Figura 9. Número de municipios en cada intervalo de concentraciones de K⁺.

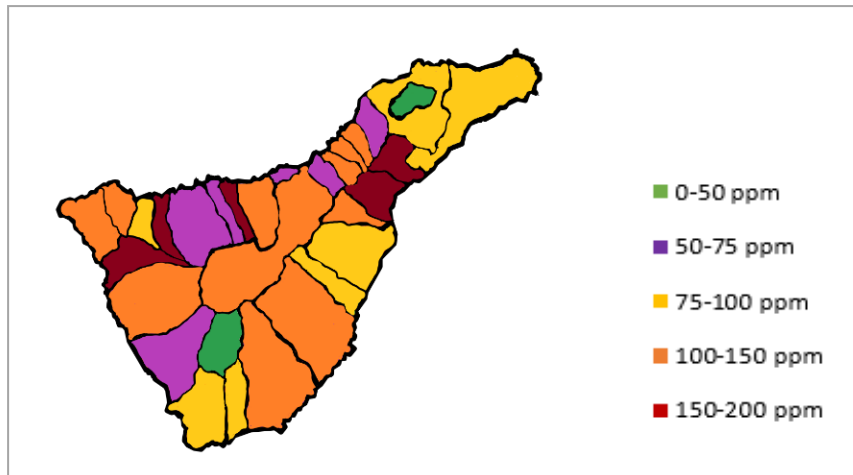


Figura 10. Distribución de la $[Na^+]$ por municipios.

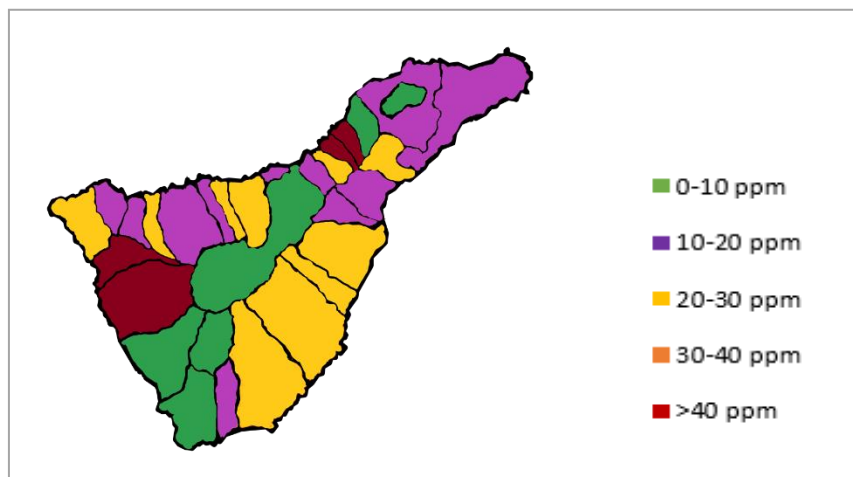


Figura 11. Distribución de la $[K^+]$ por municipios.

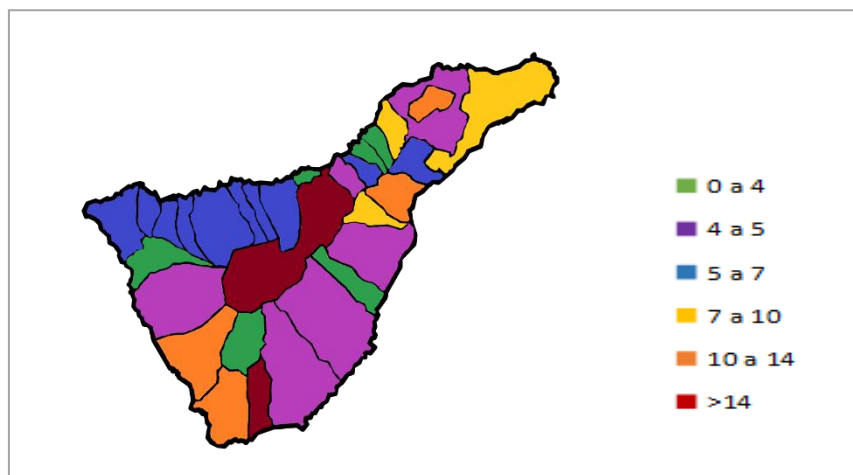


Figura 12. Distribución de la relación Na/K por municipio.

Representando la concentración de los iones sodio, potasio (en ppm ambos) y Na/K frente a la prevalencia de hipertensión (en %), respectivamente, podemos determinar si existe relación entre la prevalencia de HTA en cada municipio, y las concentraciones de los iones en cada uno de ellos (Figura 13).

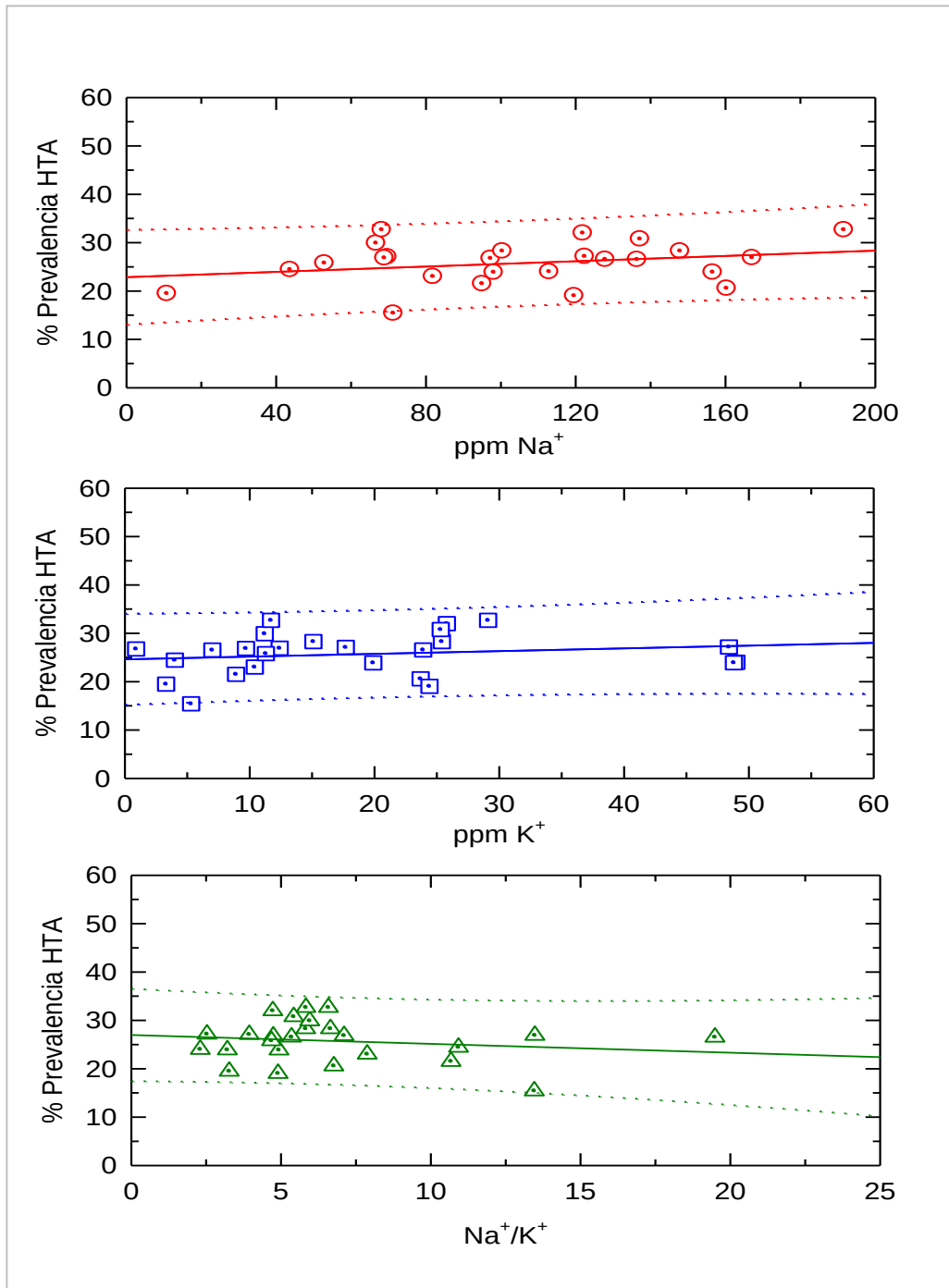


Figura 13. Relación concentraciones medias de Na⁺, K⁺, y Na/K, y la prevalencia de HTA.

En este caso, la línea de puntos representa el 95% de probabilidad. Como la recta tiene poca pendiente, la correlación no es una medida representativa.

Con el fin de tener una mejor estimación, podemos hacer la siguiente representación:

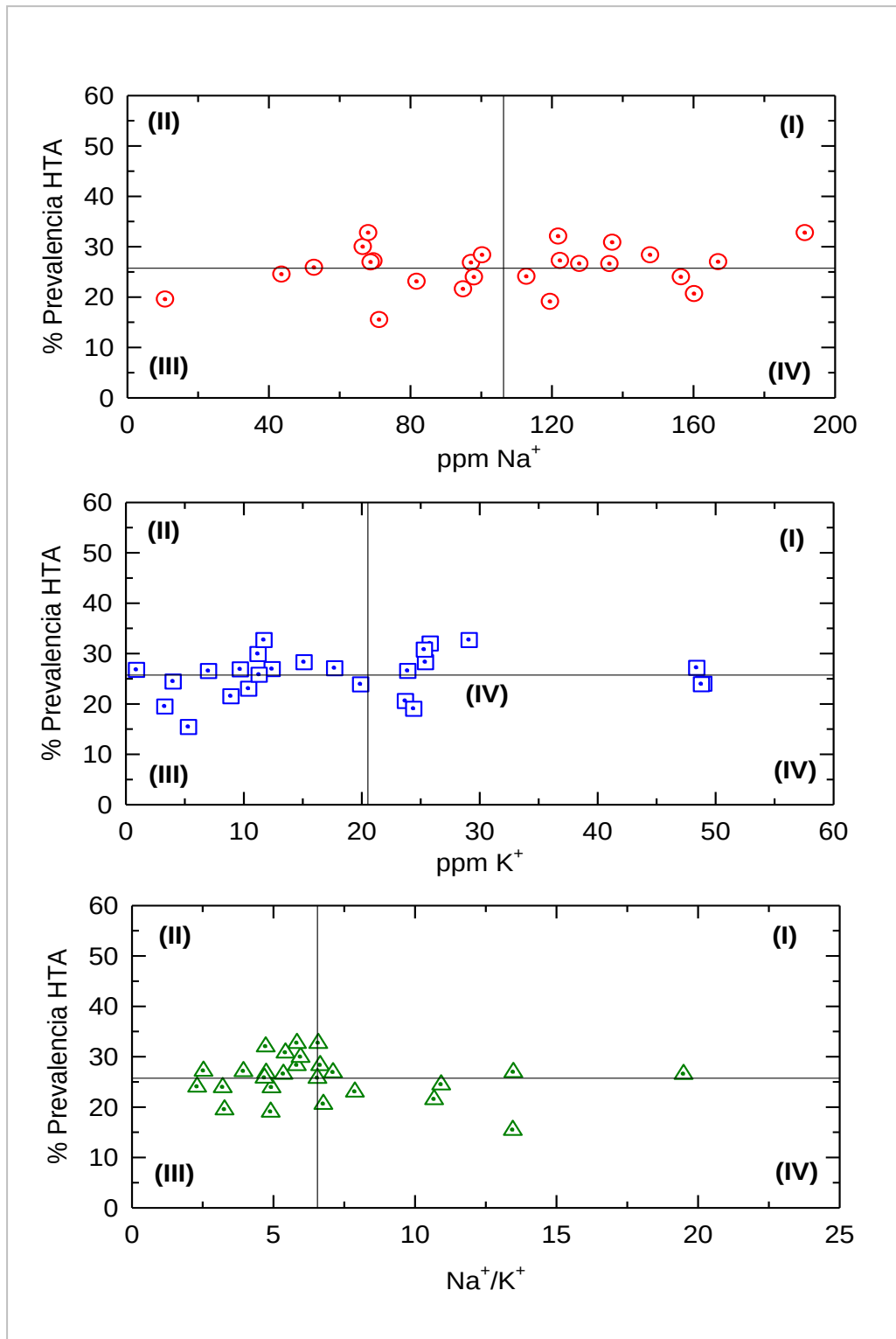


Figura 14. Relación concentraciones medias de Na⁺, K⁺, y Na/K, y la prevalencia de HTA.

Las líneas que determinan los cuadrantes son la media de la X y la media de la Y. Calculamos los coeficientes de correlación para el Na⁺, K⁺ y Na/K (Figura 15).

$$r(Na) = \frac{n(I) + n(III) - n(II) - n(IV)}{n} = \frac{8 + 7 - 6 - 4}{25} = \mathbf{0.20}$$

$$r(K) = \frac{n(I) + n(III) - n(II) - n(IV)}{n} = \frac{6 + 6 - 9 - 4}{25} = \mathbf{-0.04}$$

$$r\left(\frac{Na}{K}\right) = \frac{n(I) + n(III) - n(II) - n(IV)}{n} = \frac{5 + 5 - 10 - 5}{25} = \mathbf{-0.20}$$

Figura 15. Coeficientes de correlación.

Al utilizar la magnitud r como un indicador de grado de correlación entre las variables, podemos decir que presentan una correlación **positiva débil** para el sodio, y **negativa débil** para el potasio y la relación Na/K (Tabla 8).¹⁵

Tabla 8. Correlación lineal entre dos variables.

Valores de r	Tipo y grado de correlación
-1	Negativa perfecta
$-1 < r \leq -0.8$	Negativa fuerte
$-0.8 < r < -0.5$	Negativa moderada
$-0.5 \leq r < 0$	Negativa débil
0	No existe
$0 < r \leq 0.5$	Positiva débil
$0.5 < r < 0.8$	Positiva moderada
$0.8 \leq r < 1$	Positiva fuerte
1	Positiva perfecta

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, podemos decir que existe una pequeña tendencia a que, a medida que aumentan los niveles de sodio, la prevalencia de HTA también aumente; sin embargo, el potasio y la relación Na/K tienen el efecto contrario sobre la HTA. Destacamos que, en el caso de la relación Na/K, la correlación en teoría debía haber sido positiva, esto puede deberse a que influyen más factores, como puede ser el consumo de agua embotellada.

6. CONCLUSIONES

1. La **Fotometría de Llama**, es un método eficaz y rápido para la determinación de concentraciones de sodio y potasio en muestras de agua.
2. Sería necesario un estudio más exhaustivo, para obtener resultados más representativos, ya que, pese a ser fiables, no son vinculantes con una zona determinada.
3. Los municipios con más $[Na^+]$ son **San Juan de la Rambla** y **Candelaria**, y los que menos **Vilaflor** y **Tegueste**. Mientras los que tienen mayor $[K^+]$ son **Guía de Isora** y **Santiago del Teide**, y los que menos **Vilaflor** y **Tegueste**. Los municipios de mayor concentración de iones también son los de mayor conductividad, confirmando así nuestros resultados. Por otra parte, los de mayor relación Na/K son **Candelaria** y **La Orotava**, y los de menor, por tanto también los más beneficiosos, son **La Matanza** y **El Sauzal**.
4. Las correlaciones obtenidas nos muestran que existe tendencia a un **aumento** de la HTA, a medida que aumentan las concentraciones de sodio, y una **disminución** de la HTA a medida que aumenta la concentración de potasio y la relación Na/K. Existen diversos factores de los que puede depender la prevalencia de HTA, lo que podría explicar que, en el caso de la relación Na/K, hayamos obtenido una correlación negativa, a pesar de que deberían ser directamente proporcionales.
5. Todos los municipios cumplen con la normativa actual, que limita la concentración de sodio en agua de abastecimiento a **200mg/L** como máximo. En el caso del potasio no existe valor límite en la normativa vigente.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Recursos.cnice.mec.es. *Proyecto Biosfera*. [internet]. [Último acceso 1 May 2018]. Disponible en: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1ESO/hidrosfe/sodio.htm>
2. Linus Pauling Institute. *Minerales*. [internet]. [Último acceso el 8 May 2018]. Disponible en: <http://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales>.
3. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate* [internet]. EEUU; 2005. [último acceso 14 May 2018]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=QX9_BZvItgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ViewAPI&redir_esc=y#v=onepage&q=sodium&f=false.
4. OMS. *Potassium in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. [internet]. Geneva, World Health Organization;2009. [Último acceso el 16 May 2018]. Disponible en: <http://hispania.cedex.es/documentacion/documento/32827>.
5. Díaz Romero C, Rodríguez Rodríguez E, Rodríguez Galdón B, Brito Millares G. *Fundamentos de Nutrición*. 1ª Ed. La Laguna: Universidad de La Laguna, Servicio de Publicaciones, 2012. ISBN: 978-84-15287-81-0.
6. OMS. *Aumentar la ingesta de potasio para reducir la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares en adultos*. [internet]. Geneva, World Health Organization, 2015. [Último acceso 15 May 2018]. Disponible en: www.who.int/elena/titles/potassium_cvd_adults/es/.
7. OMS. *Ingesta de sodio en adultos y niños*. [internet] Geneva, World Health Organization, 2013. [Último acceso 15 May 2018]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85224/1/WHO_NMH_NHD_13.2_spa.pdf
8. Dr. Carlos Zehnder B. *Sodium, potassium and hypertension*. Rev. Med. Clin. Condes. 2010; 21(4): 508-515.
9. Kollinos P, Demosthenes B, Panagiotakos, Polychronopoulos E. *Dietary influences on blood pressure: the effect of the mediterranean diet on the prevalence of hypertension*. The journal of Clinical Hypertension. 2005; 7 (3):165-172.
10. Park J, Keun Kwock C, Jung Yang Y. *The Effect of the Sodium to Potassium Ratio on Hypertension Prevalence: A Propensity Score Matching Approach*. Nutrients; 2016. 8: 482-498.
11. González Sacramento N, Rubio Armendáriz C, Gutiérrez Fernández AJ, Luis González G, Hardisson de la Torre A, Revert Girones C. *Tap water as a dietary source of exposure to fluoride in Tenerife*. Nutr hosp. 2015; 31 (4): 1787-94.

12. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (BOE núm. 45, 25 de febrero de 2003). Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-3596>
13. Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico- Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (BOE núm. 226, 20 de septiembre de 1990). Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1990-23231
14. Bosch E, Galcerán MT, Prat MD. *Métodos ópticos de análisis*. 1º Ed. Barcelona: Editorial Reverté; 1990. ISBN: 84-291-4324-6.
15. Nieves Hurtado A, Domínguez Sánchez F.C. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería*. México: McGraw Hill; 2012. ISBN: 9701068904.
16. Skoog DA, Holler FJ, Niemann TA, *Principios de Análisis Instrumental*, 5ª Ed. Madrid: McGraw-Hill, 2001. ISBN: 84-481-2775-7.

ANEXO I: TABLAS DE CÁLCULO POR MUNICIPIOS

TABLA Anexo1.1. Agua potable de Buenavista del Norte.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	147.9	25.8	5.7
2	149.4	25.4	5.9
3	144.8	25.0	5.8
4	149.4	25.4	5.8
5	147.9	25.4	5.8
<i>Media</i>	147.9	25.4	5.8
<i>Desviación estándar</i>	1.87	0.28	0.06
<i>Varianza</i>	3.51	0.08	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	1.27	1.09	1.01
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.84	0.12	0.03
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	2.33	0.34	0.08
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[145.6-150.2]	[25.1-25.8]	[5.7-5.9]

TABLA Anexo1.2. Agua potable de El Rosario.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	160.16	23.72	6.75
2	160.93	23.85	6.75
3	158.63	23.46	6.76
4	160.93	23.85	6.74
5	160.93	23.72	6.78
<i>Media</i>	160.3	23.7	6.8
<i>Desviación estándar</i>	0.01	0.16	0.02
<i>Varianza</i>	1.00	0.03	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	0.01	0.67	0.22
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.07	0.01
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.01	0.20	0.02
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[160.3-160.3]	[23.5-23.9]	[6.7-6.8]

TABLA Anexo1.3. Agua potable de Güimar.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	97.33	20.5	4.74
2	96.56	20.5	4.71
3	98.86	20.5	4.82
4	96.56	20.5	4.71
5	97.32	20.5	4.75
<i>Media</i>	97.3	20.5	4.7
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.00	0.05
<i>Varianza</i>	0.88	0.00	0.00
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.97	0.00	1.06
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.00	0.22
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.00	0.06
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[96.2-98.5]	[20.5-20.5]	[4.6-4.7]

TABLA Anexo1.4. Agua potable de Tegueste.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	43.68	4.04	10.81
2	43.68	3.91	11.17
3	43.68	4.30	10.16
4	43.68	3.91	11.17
5	43.68	4.04	10.81
<i>Media</i>	43.7	4.0	10.8
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.16	0.41
<i>Varianza</i>	0.00	0.03	0.17
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.00	3.94	3.82
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.07	0.19
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.20	0.51
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[43.7-43.7]	[3.8-4.2]	[10.3-11.3]

TABLA Anexo1.5. Agua potable de La Orotava.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	142.54	7.82	18.23
2	133.34	6.64	20.08
3	133.34	6.64	20.08
4	136.41	7.03	19.40
5	136.34	7.01	19.44
<i>Media</i>	136.4	7.0	19.4
<i>Desviación estándar</i>	3.76	0.48	0.76
<i>Varianza</i>	14.11	0.23	0.57
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	2.75	6.84	2.96
<i>Desviación estándar de la media</i>	1.68	0.22	0.34
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	4.67	0.60	0.94
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[131.7-141.1]	[6.4-7.6]	[18.5-20.4]

TABLA Anexo1.6. Agua potable de El Sauzal.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	133.40	48.44	2.75
2	133.20	48.31	2.76
3	133.10	48.31	2.76
4	133.00	48.70	2.73
5	133.00	48.44	2.75
<i>Media</i>	133.1	47.4	2.75
<i>Desviación estándar</i>	0.17	0.16	0.01
<i>Varianza</i>	0.03	0.03	0.00
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.13	0.34	0.36
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.08	0.07	0.00
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.21	0.20	0.01
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[132.9-133.3]	[47.2-47.6]	[2.7-2.8]

TABLA Anexo1.7. Agua potable de La Victoria.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	137.14	25.28	5.42
2	137.94	25.41	5.43
3	133.34	25.02	5.32
4	140.24	25.41	5.52
5	137.17	25.27	5.42
<i>Media</i>	137.2	25.3	5.4
<i>Desviación estándar</i>	2.48	0.16	0.07
<i>Varianza</i>	6.17	0.03	0.01
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	1.81	0.63	1.31
<i>Desviación estándar de la media</i>	1.11	0.07	0.03
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	3.09	0.20	0.09
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[134.1-140.3]	[25.1-25.5]	[5.3-5.5]

TABLA Anexo1.8. Agua potable de Guía de Isora.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	112.91	48.87	4.23
2	112.91	48.48	4.27
3	112.91	48.87	4.23
4	112.91	48.74	4.25
5	112.91	48.44	4.27
<i>Media</i>	112.9	48.7	4.3
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.21	0.02
<i>Varianza</i>	0.00	0.04	0.00
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	0.00	0.00	0.47
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.09	0.01
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.26	0.03
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[112.9-112.9]	[48.4-48.9]	[4.3-4.3]

TABLA Anexo1.9. Agua potable de Arafo.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	120.31	12.90	9.33
2	128.74	13.68	9.41
3	114.95	12.51	9.19
4	117.25	12.51	9.37
5	120.17	12.89	9.32
<i>Media</i>	120.3	12.9	9.3
<i>Desviación estándar</i>	5.22	0.48	0.08
<i>Varianza</i>	27.29	0.23	0.01
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	4.34	3.71	2.47
<i>Desviación estándar de la media</i>	2.34	0.21	0.04
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	6.50	0.60	0.10
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[113.8-126.8]	[12.3-13.5]	[9.2-9.4]

TABLA Anexo1.10. Agua potable de San Juan de la Rambla.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	193.11	29.32	6.59
2	188.52	28.54	6.61
3	193.11	29.32	6.59
4	191.58	29.06	6.59
5	191.57	29.06	6.59
<i>Media</i>	191.6	29.1	6.6
<i>Desviación estándar</i>	1.87	0.32	0.01
<i>Varianza</i>	3.51	0.10	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	0.98	1.09	0.14
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.84	0.14	0.00
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	2.33	0.40	0.01
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[189.2-193.9]	[28.7-29.5]	[6.6-6.6]

TABLA Anexo1.11. Agua potable de Arico.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	121.85	25.78	4.73
2	121.85	25.41	4.80
3	121.85	26.59	4.58
4	121.85	25.41	4.80
5	121.85	25.80	4.72
<i>Media</i>	121.9	25.8	4.7
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.48	0.09
<i>Varianza</i>	0.00	0.23	0.01
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	0.00	1.87	1.90
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.22	0.04
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.60	0.11
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[121.9-121.9]	[25.2-26.4]	[4.6-4.8]

TABLA Anexo1.12. Agua potable de La Matanza.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	122.40	47.42	2.58
2	122.20	48.48	2.52
3	122.60	45.74	2.68
4	122.60	48.09	2.55
5	122.20	47.44	2.58
<i>Media</i>	122.4	47.6	2.6
<i>Desviación estándar</i>	0.20	1.22	0.06
<i>Varianza</i>	0.04	1.50	0.00
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	0.16	2.57	2.31
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.09	0.55	0.03
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.25	1.52	0.07
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[122.2-122.7]	[46.1-49.1]	[2.5-2.7]

TABLA Anexo1.13. Agua potable del Puerto de la Cruz.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	69.74	17.72	3.94
2	73.57	18.38	4.00
3	68.97	17.20	4.01
4	66.67	17.59	3.79
5	69.68	17.72	3.93
<i>Media</i>	69.7	17.7	3.9
<i>Desviación estándar</i>	2.48	0.43	0.09
<i>Varianza</i>	6.17	0.18	0.01
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	3.56	2.40	2.24
<i>Desviación estándar de la media</i>	1.11	0.19	0.04
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	3.09	0.53	0.11
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[66.6-72.8]	[17.2-18.3]	[3.825-4.043]

TABLA Anexo1.14. Agua potable de Icod de los vinos.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	66.67	11.21	5.95
2	66.67	10.95	6.09
3	66.67	11.34	5.88
4	66.67	11.34	5.88
5	66.67	11.21	5.95
<i>Media</i>	66.7	11.2	5.95
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.16	0.09
<i>Varianza</i>	0.00	0.03	0.01
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	0.00	1.42	1.45
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.07	0.04
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.20	0.11
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[66.7-66.7]	[11.0-11.4]	[5.8-6.1]

TABLA Anexo1.15. Agua potable de Los Silos.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	100.39	15.12	6.64
2	101.16	15.25	6.63
3	101.16	15.25	6.63
4	98.86	14.86	6.65
5	100.39	15.12	6.64
<i>Media</i>	100.4	15.1	6.6
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.16	0.00
<i>Varianza</i>	0.88	0.03	0.00
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.94	0.01	0.12
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.07	0.00
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.20	0.00
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[99.2-101.6]	[14.922-15.318]	[6.6-6.6]

TABLA Anexo1.16. Agua potable de Granadilla.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	119.55	24.37	4.91
2	119.55	24.24	4.93
3	119.55	24.24	4.93
4	119.55	24.63	4.85
5	119.55	24.37	4.91
<i>Media</i>	119.6	24.4	4.9
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.16	0.03
<i>Varianza</i>	0.00	0.03	0.00
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.00	0.65	0.67
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.07	0.02
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.20	0.04
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[119.6-119.6]	[24.2-24.6]	[4.87-4.95]

TABLA Anexo1.17. Agua potable de Vilaflor.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	10.93	3.26	3.35
2	11.49	3.13	3.67
3	9.20	3.52	2.61
4	11.49	3.13	3.67
5	10.85	3.25	3.34
<i>Media</i>	10.8	3.3	3.3
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.16	0.43
<i>Varianza</i>	0.88	0.03	0.19
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	8.71	4.88	13.01
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.07	0.19
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.20	0.54
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[9.63-11.96]	[3.1-3.5]	[2.8-3.8]

TABLA Anexo1.18. Agua potable de Santa Cruz.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	81.99	10.43	7.86
2	82.76	10.56	7.84
3	82.76	10.56	7.84
4	80.46	10.16	7.92
5	81.99	10.42	7.87
<i>Media</i>	82.0	10.4	7.9
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.16	0.03
<i>Varianza</i>	0.88	0.03	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	1.15	1.56	0.42
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.07	0.02
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.20	0.04
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[80.8-83.2]	[10.2-10.6]	[7.9-7.9]

TABLA Anexo1.19. Agua potable de Santiago del Teide.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	156.60	48.80	3.21
2	156.80	48.80	3.21
3	156.40	49.00	3.19
4	156.40	48.85	3.21
5	156.80	48.86	3.21
<i>Media</i>	156.6	48.8	3.21
<i>Desviación estándar</i>	0.20	0.04	0.01
<i>Varianza</i>	0.04	0.00	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	0.13	0.08	0.31
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.09	0.02	0.00
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.25	0.05	0.01
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[156.4-156.9]	[35.8-48.9]	[3.2-3.2]

TABLA Anexo1.20. Agua potable de La Laguna.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	98.09	19.94	4.92
2	96.56	19.94	4.84
3	94.26	19.55	4.82
4	103.45	20.33	5.09
5	98.01	19.94	4.92
<i>Media</i>	98.1	19.9	4.9
<i>Desviación estándar</i>	3.38	0.28	0.11
<i>Varianza</i>	11.44	0.08	0.01
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	3.45	1.14	2.16
<i>Desviación estándar de la media</i>	1.51	0.12	0.05
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	4.21	0.34	0.13
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[93.9-102.28]	[19.6-20.3]	[4.8-5.0]

TABLA Anexo1.21. Agua potable de Arona.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	95.02	8.86	10.72
2	94.26	8.99	10.48
3	96.56	8.99	10.74
4	94.26	8.60	10.96
5	95.02	8.86	10.72
<i>Media</i>	95.0	8.9	10.7
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.16	0.17
<i>Varianza</i>	0.88	0.03	0.03
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	0.00	1.80	1.59
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.07	0.08
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.20	0.21
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[93.8-96.2]	[8.7-9.1]	[10.5-10.9]

TABLA Anexo1.22. Agua potable de Fasnía.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	83.53	23.85	3.50
2	85.06	24.63	3.45
3	80.46	23.06	3.48
4	85.06	23.85	3.57
5	83.50	23.83	3.50
<i>Media</i>	83.5	23.8	3.5
<i>Desviación estándar</i>	1.88	0.56	0.04
<i>Varianza</i>	3.53	0.31	0.00
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	2.25	2.33	1.26
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.84	0.25	0.02
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	2.34	0.69	0.06
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[81.187-85.857]	[23.1-24.5]	[3.4-3.6]

TABLA Anexo1.23. Agua potable de Garachico

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	152.50	24.89	6.13
2	154.03	24.63	6.25
3	151.73	25.02	6.06
4	151.73	25.02	6.06
5	152.49	24.89	6.13
<i>Media</i>	152.5	24.9	6.2
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.16	0.05
<i>Varianza</i>	0.88	0.03	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	0.62	0.64	0.80
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.07	0.02
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.20	0.06
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[151.3-153.7]	[24.7-25.1]	[6.1-6.2]

TABLA Anexo1.24. Agua potable de Candelaria.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	167.06	12.38	13.49
2	165.53	12.51	13.23
3	167.83	12.51	13.42
4	167.83	12.12	13.85
5	167.06	12.38	13.49
<i>Media</i>	167.1	12.4	13.5
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.16	0.23
<i>Varianza</i>	0.88	0.03	0.05
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	0.56	1.28	1.67
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.07	0.10
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.20	0.28
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[165.9-168.3]	[12.2-12.6]	[13.2-13.8]

TABLA Anexo1.25. Agua potable de Adeje.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	71.27	5.34	13.35
2	71.27	5.47	13.02
3	71.27	5.47	13.02
4	71.27	5.08	14.03
5	71.27	5.34	13.35
<i>Media</i>	71.3	5.3	13.35
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.16	0.41
<i>Varianza</i>	0.00	0.03	0.17
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.00	2.98	3.09
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.07	0.18
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.20	0.51
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[71.3-71.3]	[5.1-5.5]	[12.8-13.9]

TABLA Anexo1.26. Agua potable de El Tanque.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	94.92	14.33	6.62
2	94.26	14.86	6.34
3	94.26	14.07	6.70
4	96.56	14.07	6.86
5	95.02	14.33	6.63
<i>Media</i>	95.0	14.3	6.6
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.32	0.19
<i>Varianza</i>	0.88	0.10	0.04
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.99	2.25	2.84
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.14	0.08
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.40	0.23
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[93.84-96.17]	[13.9-14.7]	[6.4-6.9]

TABLA Anexo1.27. Agua potable de San Miguel de Abona.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	84.29	19.68	4.28
2	82.76	19.16	4.32
3	85.06	19.94	4.27
4	85.06	19.94	4.27
5	84.28	19.68	4.28
<i>Media</i>	84.3	19.8	4.3
<i>Desviación estándar</i>	0.90	0.32	0.02
<i>Varianza</i>	0.88	0.10	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	1.11	1.62	0.50
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.14	0.01
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.40	0.03
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[83.1-85.5]	[19.4-20.2]	[4.3-4.3]

TABLA Anexo1.28. Agua potable de Santa Úrsula.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	52.88	11.34	4.66
2	52.88	11.34	4.66
3	52.88	11.34	4.66
4	52.88	11.34	4.66
5	52.88	11.34	4.66
<i>Media</i>	52.9	11.3	4.7
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Varianza</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[52.9-52.9]	[11.3-11.3]	[4.7-4.7]

TABLA Anexo1.29. Agua potable de La Guancha.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	68.20	11.73	5.81
2	68.97	11.73	5.88
3	66.67	11.34	6.08
4	68.97	12.12	5.62
5	68.19	11.73	5.81
<i>Media</i>	68.2	11.7	5.8
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.28	0.17
<i>Varianza</i>	0.88	0.08	0.03
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	1.38	2.35	2.83
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.12	0.07
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.34	0.21
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[67.0-69.4]	[11.4-12.1]	[5.6-6.0]

TABLA Anexo1.30. Agua potable de Los Realejos.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	127.97	23.85	5.37
2	126.44	23.46	5.39
3	128.74	24.24	5.31
4	128.74	23.85	5.40
5	127.97	23.85	5.37
<i>Media</i>	128.0	23.9	5.4
<i>Desviación estándar</i>	0.94	0.28	0.04
<i>Varianza</i>	0.88	0.08	0.00
<i>Coefficiente de Variación (%)</i>	0.73	1.17	0.65
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.42	0.12	0.00
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	1.17	0.35	0.04
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[126.8-129.2]	[23.5-24.2]	[5.4-5.4]

TABLA Anexo1.31. Agua potable de Tacoronte.

EXPERIMENTO	[Na⁺] (ppm)	[K⁺](ppm)	Na/K
1	68.97	9.77	7.06
2	68.97	9.77	7.06
3	68.97	9.77	7.06
4	68.97	9.77	7.06
5	68.97	9.77	7.06
<i>Media</i>	69.0	9.8	7.1
<i>Desviación estándar</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Varianza</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Coficiente de Variación (%)</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Desviación estándar de la media</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Límite de confianza para el 95%</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Intervalo de confianza para el 95%</i>	[69.0-69.0]	[9.8-9.8]	[7.1-7.1]