

UNIVERSIDAD DE GRANADA



TITULO DE LA TESIS

**PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO
HUMANO EN LOS REINOS DE ESPAÑA Y MARRUECOS**

**Memoria que presenta para aspirar al grado de Doctora en Farmacia la
Licenciada SAMIRA BENHAMMOU MAZOUZI**

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales

Autora: Samira Benhammou Maazouzi

ISBN: 978-84-9163-037-1

URI: <http://hdl.handle.net/10481/44297>

**DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA
FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**D. MIGUEL NAVARRO ALARCON, Director del Departamento de
Nutrición y Bromatología**

CERTIFICA:

Que el presente trabajo ha sido realizado por la Licenciada **D^a.
SAMIRA BENHAMMOU MAAZOUZI**, en el Departamento de Nutrición y
Bromatología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada.

Granada, ...29...de ...septiembre...de 2016



Fdo. Miguel Navarro Alarcón



D^a. MARÍA LUISA LORENZO TOVAR, Doctora en Farmacia, Profesora Titular del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que **D^a. SAMIRA BENHAMMOU MAAZOUZI**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el Título: **PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN LOS REINOS DE ESPAÑA Y MARRUECOS**, bajo dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, 29 de Septiembre de 2016



Fdo. Maria Luisa Lorenzo Tovar

D^a. ANA MARIA RIVAS VELASCO, Doctora en Farmacia, Profesora Titular del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que **D^a. SAMIRA BENHAMMOU MAAZOUZI**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el Título: **PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN LOS REINOS DE ESPAÑA Y MARRUECOS**, bajo mi dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, 29.....de Septiembre.....de 2016



Fdo. Ana Maria Rivas Velasco

D^a. FATIMA OLEA SERRANO, Doctora en Farmacia, Catedrática del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que **D^a. SAMIRA BENHAMMOU MAAZOUZI**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el Título: **PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN LOS REINOS DE ESPAÑA Y MARRUECOS**, bajo mi tutela para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para

Granada, 29 de septiembre de 2016

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Fdo. Fátima Olea Serrano

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	13
1. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AGUA	20
1.1 PRODUCCIÓN Y CONSUMO A NIVEL MUNDIAL	20
1.2 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AGUA EN MARRUECOS	21
1.3 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AGUA EN ESPAÑA	22
2. IMPORTANCIA DEL AGUA EN LA NUTRICIÓN Y LA SALUD HUMANA	26
2.1 FUNCIONES DEL AGUA	26
2.2 EL AGUA Y LA SALUD	29
3. EVOLUCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE AGUA	37
4. CROMATOGRAFÍA DE INTERCAMBIO IÓNICO	39
5. EL ANÁLISIS SENSORIAL	41
5.1 HISTORIA E IMPORTANCIA DE ANÁLISIS SENSORIAL	41
5.2 CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES	44
5.3 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL	57
5.4 CATADORES	58
5.5 FACTORES QUE INFLUYEN LA EVALUACIÓN SENSORIAL	58
5.6 PRUEBAS SENSORIALES	59
5.7 ANÁLISIS SENSORIAL DEL AGUA	60
5.8 DESCRIPTORES EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL AGUA	63
6. LEGISLACIÓN APLICADA AL AGUA DE BEBIDA	65
6.1 NORMATIVA MARROQUÍ	65
6.2 NORMATIVA ESPAÑOLA	70
6.3 NORMAS INTERNACIONALES	79
6.4 COMPARACIÓN ENTRE LOS NIVELES PARAMÉTRICOS Y NIVELES MÁXIMOS ADMISIBLES, EN LAS AGUAS DE BEBIDA EN ESPAÑA Y MARRUECOS	80
7. PROCESO DE ENVASADO DE AGUA MINERAL NATURAL	88

8. APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN EL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA MINERAL NATURAL	92
8.1 PRINCIPIOS DEL SISTEMA APPCC Y SU APLICACIÓN	92
8.2 ÁRBOL DE DECISIONES	94
8.3 PARÁMETROS DE CALIDAD Y AUTOCONTROL.....	96
9. ETIQUETADO DEL AGUA MINERAL ENVASADA	99
10. CONSUMO DE ALIMENTOS E HIDRATACIÓN EN MARRUECOS	104
10.1 CARACTERÍSTICAS CULTURALES Y HÁBITOS NUTRICIONALES EN MARRUECOS	104
10.2 LA HIDRATACIÓN	112
10.3 ALIMENTACIÓN MEDITERRÁNEA.....	114
10.4 PROPÓSITO DE LOS ESTUDIOS DE CONSUMO DE ALIMENTOS	120
10.5 ENCUESTAS ALIMENTARIAS.....	121
 II. OBJETIVOS.....	 127
 III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	 131
1. MUESTREO.....	133
1.1 MUESTREO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS PARA LAS DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS Y EL ANÁLISIS SENSORIAL	133
1.2 MUESTREO PARA EL ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL.....	134
2. INSTRUMENTACIÓN, MATERIALES Y REACTIVOS.....	136
2.1 INSTRUMENTACIÓN, MATERIALES Y REACTIVOS EN LA DETERMINACIÓN DE CATIONES Y ANIONES.....	136
2.2 INSTRUMENTACIÓN Y MATERIALES EN EL ANÁLISIS SENSORIAL	141
2.3 INSTRUMENTACIÓN EN EL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL.....	142

3. MÉTODOS	143
3.1 METODOLOGÍA Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO EN LA DETERMINACIÓN DE CATIONES Y ANIONES.....	143
3.2 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS SENSORIAL	155
3.3 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL.....	160
 IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	163
 1. RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS.....	165
1.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE CATIONES Y ANIONES	165
1.2 CROMATOGRAMAS	167
1.3 DIAGRAMAS DE STIFF	171
2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL	177
2.1 AGUAS DE MINERALIZACIÓN BAJA.....	177
2.2 AGUAS DE MINERALIZACIÓN MEDIA Y ALTA	183
3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL, VALIDACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN... 	187
3.1 VALIDACIÓN DE LOS CUESTIONARIOS.....	187
3.2 ESTIMACIÓN DE LOS NUTRIENTES DE LA DIETA A PARTIR DEL FFQ SEMICUANTITATIVO	190
3.3 FRECUENCIA DE CONSUMO DE ALIMENTOS.....	193
3.4 CONSUMO DE AGUA Y OTRAS BEBIDAS.....	197
3.5 ÍNDICES PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA DIETA	204
 V. CONCLUSIONES	213
 VI. BIBLIOGRAFÍA.....	217

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Es necesario entender y considerar los aspectos culturales de los problemas relacionados con el agua para poder encontrar una solución sostenible, sabiendo que el agua tiene una importante dimensión cultural y un rol fundamental en la sociedad. (UNESCO, 2015).

El agua es una sustancia inorgánica no energética esencial para la vida humana. Se trata de un recurso natural imprescindible que interviene en distintas funciones del organismo, entre las cuales destacamos la hidratación y el correcto funcionamiento fisiológico, siempre que se consuma adecuadamente. Su consumo en la bebida y a través de los alimentos debe de estar en la cantidad y calidad adecuados, con el fin de lograr un grado de hidratación óptima, que tendrá efectos beneficios sobre la salud y el bienestar de las personas (Martínez-Álvarez, 2011).

El agua de consumo debe tener unas características organolépticas aceptables para el consumidor. Dicha aceptabilidad, depende de la concentración de sus componentes y, además de factores de carácter social, medioambiental y cultural. (OMS, 2008).

Se trata de un nutriente esencial para la vida, pero su cantidad y calidad están en peligro, debido a agentes infecciosos, agentes químicos tóxicos y radiaciones, de ahí la preocupación por la calidad y su repercusión en la salud (OMS, 2015).

La principal contaminación es de naturaleza microbiológica. Por ese motivo, se toman medidas preventivas para proteger los recursos hídricos. La fuente de patógenos suele ser las heces humanas y de animales. De ahí la importancia de determinar los posibles peligros, las medidas preventivas para

reducirlos o eliminarlos y verificar la eficacia de las barreras establecidas, así como implementar planes de gestión. Otros agentes infecciosos importantes son los helmintos que se transmiten a través del agua de consumo y *Legionella* a través de la inhalación de los aerosoles de agua caliente y templada (OMS, 2008). Por ello, la eliminación de los microorganismos patógenos en agua es crucial y se suele llevar a cabo mediante productos químicos como es el cloro, cuyos niveles residuales en agua de consumo protegen contra la contaminación y proliferación bacteriana a concentraciones no elevadas en los sistemas de distribución, las concentraciones altas en patógenos o la presencia de floculos, como puede ser en aguas con contaminación fecal, impide la desinfección óptima del agua. La eficacia de la desinfección puede también ser insatisfactoria frente a patógenos presentes en floculos o partículas que los protegen de la acción del desinfectante (OMS, 2008). Respecto a los riesgos para la salud relacionados con componentes químicos, una exposición prolongada del agua de consumo a esos componentes puede producir problemas de salud, sobre todo cuando, además de prolongada, es masiva. Es el ejemplo de aguas con altas concentraciones de fluoruro o arsénico de origen natural (OMS, 2008).

Otros contaminantes se pueden deber a las mala prácticas agrícolas o a la contaminación por las aguas residuales y es el caso de los nitritos y los nitratos, que pueden causar metahemoglobinemia en los lactantes con biberón (OMS, 2008). La presencia de nitratos en el agua de bebida se debe a la contaminación por la producción agraria y urbana. El límite son 50 ppm en la reglamentación europea (Marcussen et al., 2013).

La contaminación del agua de consumo por radionúclidos de origen natural supone también un riesgo para la salud. Afortunadamente, la exposición es mínima en circunstancias normales (OMS, 2008). La contaminación por

componentes orgánicos puede proceder de la producción industrial, las prácticas agrícolas, el uso urbano, etc., los cuales contaminan los acuíferos o se introducen en el agua durante el envasado o por migración desde los envases. También pueden aparecer subproductos de desinfección resultado de la ozonización del agua y de la cloración generando cloraminas en ese caso. La ozonización puede mejorar el color, el sabor y el olor del agua de bebida. Pero subproductos (cuando el agua contiene bromuro) como son bromoformo y ácido bromo acético son cancerígenos y mutagénicos y considerados más peligrosos para la salud humana que los subproductos de cloración (Marcussen et al., 2013).

El agua envasada es suficientemente disponible en los países industrializados así como en los países en desarrollo. Los consumidores prefieren agua envasada debido al sabor, la conveniencia o a la moda, siendo más considerados el efecto y los beneficios sobre la salud. El agua de consumo humano puede venir envasada en latas, cajas o bolsas de plástico, siendo los más utilizados las botellas de cristal o de plástico. Igualmente, el agua envasada puede estar contenida en envases de distintos tamaños (OMS, 2011).

El consumidor tiene una impresión incorrecta sobre los beneficios que podría tener el consumo de la agua de la red y eso se debe a la falta de una información adecuada (De Giglio et al., 2015).

En las décadas pasadas, ha aumentado el consumo de las aguas envasadas de forma importante debido a la percepción que tiene el consumidor de los riesgos que pueda tener el agua de grifo, de la percepción de seguridad del agua envasada, la preferencia del sabor y de la conveniencia de tomar agua envasada (Qiu et al., 2015).

Un problema relacionado con el aumento de consumo de agua embotellada son los envases de plástico. Su reciclaje sigue siendo bajo, no son biodegradables y su fabricación y transporte implican el uso y consumo de petróleo y otro problema es la sobre-explotación de las fuentes, que conlleva a la afluencia de las aguas subterráneas adyacentes, a menudo expuestas a una contaminación antropogénica. Esto, además de afectar la composición en minerales, puede generar una posible contaminación orgánica (Diduch et al., 2011).

El agua embotellada almacenada en altas temperaturas o expuestas al sol, se pueden contaminar con los productos de degradación del material de envasado (Diduch et al., 2011). La contaminación del agua puede venir de la composición del mismo. El material más utilizado en los envases, tapones y revestimientos es polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDP), polipropileno (PP) y etilvinilacetato (EVA). El acetaldehído y formaldehído se han liberado en agua envasada en PET y sus niveles aumentan cuando se sobrepasa una fecha en el almacenamiento de 170 días, con el aumento de la temperatura y según los niveles de carbonatación del agua (Marcussen et al., 2013).

Cuando la desinfección de agua envasado (agua de grifo envasada, agua tratada envasada), se ha realizado por cloración o cloraminación, se han detectado subproductos como los trihalometanos, incluso cloroformo, triclorometano, bromodichlorometano, dibromoclorometano, tribromometano y ácido haloacético y en particular, ácido dicloroacético y ácido tricloroacético. Otros contaminantes como el benceno, el tolueno, el bifenil policlorurado PCBs y algunos pesticidas organoclorados han sido detectados en agua envasada (Marcussen et al., 2013).

El agua embotellada puede sufrir una contaminación ambiental o una contaminación secundaria debida al transporte o almacenamiento inadecuados. De hecho se han detectado pesticidas, compuestos orgánicos volátiles y compuestos carbonílicos en muestras de agua embotellada (Diduch et al., 2011).

La producción del agua embotellada requiere entre 90 y 100.000 veces más energía que para la obtención del el agua de grifo, sobre todo cuando hay que transportar el agua desde lejos (Marcussen et al., 2013).

La contaminación del agua embotellada durante el proceso de envasado, o durante el almacenamiento, puede influir su composición química (Marcussen et al., 2013). La concentración de los minerales en el agua mineral depende de la composición geoquímica del acuífero (Marcussen et al., 2013).

Elementos como el plomo, el uranio, el circonio, el litio, el potasio, el sodio y el torio, pasan desde la botella de cristal al agua y aparecen en altas concentraciones en comparación con agua embotellada en plástico. El plomo también es más alto en agua envasada en cristal y se ha comprobado su aumento durante el almacenamiento (Marcussen et al., 2013).

El antimonio se encuentra en altas concentraciones en agua envasada en PET, desde que se utiliza trióxido de diantimonio (Sb_2O_3) en su fabricación. Los envases con color dejan migrar más elementos que los envases sin color.

Aguas con bromuro y sometidas a tratamiento con ozono, contienen bromato, el cual se considera cancerígeno para los seres humanos (Marcussen et al., 2013).

1. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AGUA

1.1 PRODUCCIÓN Y CONSUMO A NIVEL MUNDIAL

El consumo de agua mineral ha aumentado en la últimas décadas debido a los informes frecuentes y a veces no justificados sobre el agua de la red, indicando su contaminación (De Giglio et al., 2015)

El agua embotellada ha sido introducida por primera vez en el mercado dentro de la categoría de bebidas comerciales en el año 1829 por Evian en Francia (Marcussen et al., 2013). El agua embotellada es 240 hasta 1000 veces más cara que el agua de la red, a pesar de que el agua de la red hoy en día ha mejorado mucho su calidad y está mejorando cada vez más. La pérdida de confianza en el agua de grifo puede ser causada por microorganismos patógenos descubiertos en la fuente de agua, en las instalaciones de almacenamiento, o en el sistema de distribución. Igualmente, contaminantes químicos como son los pesticidas y la pobre calidad sensorial pueden influir negativamente en la confianza del consumidor en el agua de la red (Marcussen et al., 2013). De hecho, hay estudios que indican que los consumidores creen que el agua embotellada tiene calidad sensorial y efecto sobre la salud mejor que el agua de la red. La venta de agua embotellada es muy alta en países desarrollados, curiosamente donde la calidad del agua de grifo es muy buena (Diduch et al., 2011).

Según Beverage Marketing Corporation, el consumo mundial de agua envasada ha subido en un 5.5% entre 2004 y 2009, siendo equivalente de 230 millones de toneladas en 2009 (Marcussen et al., 2013). Su consumo ha pasado de 596 millones de litros en 2010 a 785 millones en 2013, siendo la

progresión de venta desde el año 2010 del 31% según los datos de Nielsen. (L'Economiste, 2014).

El consumo per *cápita* de agua envasada en la Unión Europea varía significativamente de unos países a otros, estimándose una media de consumo de 105 litros anuales. Según la Federación Europea de Aguas Envasadas (EFBW), España es, actualmente, el cuarto país en cuanto a consumo per *cápita*, precedido por Italia, Alemania, Bélgica y Portugal (ANEABE, 2016)

Respecto a la venta, las ventas en aguas envasadas en Europa corresponde al 44% del mercado de bebidas no alcohólicas en volumen, de las cuales las aguas minerales naturales y las aguas de manantial acaparan el 97% del mercado en volumen (Rey-Salgueiro et al., 2013).

1.2 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AGUA EN MARRUECOS

En Marruecos, los recursos hídricos siguen siendo pobres a pesar de la gran demanda, cuya progresión se justifica con la ampliación de la cobertura y el crecimiento económico, entre otros factores (Aparicio, 2014).

La disponibilidad per *cápita* de agua es muy baja ya que se sitúa en torno a los 720 m³ /hab/año, cifra que está muy por debajo del umbral del estrés hídrico, estimado en 1.000 m³/hab/año (Aparicio, 2014), además, hay una contaminación del agua superficial, por eso Marruecos apuesta por la desalinización del agua (Aparicio, 2014). La demanda de agua potable está creciendo y se debe al aumento de la población, de la tasa de urbanización, de las necesidades en el medio rural y a la fuerte demanda del sector industrial, turístico y del sector agrícola (Aparicio, 2014).

El potencial hídrico proveniente de recursos naturales de 29.000 millones de m³, pero no se pueden movilizar más de 22.000 millones de m³, 18.000 de

aguas superficiales y 4.000 de aguas subterráneas, teniendo en cuenta que no se puede ni técnicamente, ni económicamente. Se estima que la tasa del acceso al agua en medio urbano es del 100% mientras que en medio rural desciende al 83% (Aparicio, 2014).

La venta de agua envasada en Marruecos ha aumentado un 7% entre el 2012 y 2013. Cada marroquí consume 24 litros de agua embotellada al año (L' Economiste, 2014). El cambio de los hábitos de consumo, la falta de confianza en el agua de la red, la búsqueda de un consumo sano y equilibrado y la mejora del poder adquisitivo de los marroquíes han favorecido el consumo de agua envasado, hecho hasta hace poco considerado un lujo, o se consumía solo en caso de medicación. El agua envasada era inaccesible para a mayoría de los marroquíes y solo se consumía en ocasiones especiales (L' Economiste, 2014). El mercado de aguas envasadas está dominado por las aguas sin gas, representando una parte del mercado en volumen de 93.5% y un valor de 87% (datos de 2012). Las aguas minerales naturales son las más vendidas; casi un 64.8% de venta en volumen, seguida por las aguas preparadas con una parte de mercado el 21%. El agua de manantial presentaba hace unos años casi un 7% del total de volúmenes vendidos de las aguas embotelladas. Por otro lado, el agua con gas natural y el agua con gas carbónico artificial añadido representan una parte del 12.9% (L' Economiste, 2014).

1.3 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DEL AGUA EN ESPAÑA

Resulta evidente el descenso del consumo del agua durante las últimas décadas en ciudades de países desarrollados, fenómeno debido a una mayor conciencia ciudadana en relación al ahorro de agua, la sequía, los cambios sociales y demográficos, el aumento del coste económico para los consumos más elevados, las tecnologías más eficientes y la crisis económicas (Albiol-

Omella, agulló-Amorós, 2014). En 2012, el consumo medio de agua de los hogares es 137 litros por habitante y día, un 3,5% menos que en 2011. Durante el año 2012, se suministraron a las redes públicas de abastecimiento urbano 4.485 hectómetros cúbicos (hm³) de agua.

En el 2012 el consumo de agua de los hogares disminuyó un 3.1% con respecto al 2011, mientras que los sectores económicos incrementaron la utilización de agua en un 2.6% y los usos municipales un 4.6%. Las comunidades con mayor consumo de agua registrada y distribuida a los hogares en el año 2012 fueron Andalucía (16.9% del total), Cataluña (14.6%) y Comunidad de Madrid (13.7%).

En cuanto al consumo de agua de los sectores económicos, las comunidades con mayores volúmenes fueron Andalucía (17.8% del total), Cataluña (17.7%) y Comunidad de Madrid (12.0%). Las comunidades con mayores consumos municipales fueron Andalucía (18,9% del total), Cataluña (12.9%) y Comunidad de Madrid (9.1%) (INE, 2014).

El consume de agua envasada está creciendo por varias razones, como es por salud y por imagen. Es el resultado de unas buenas estrategias de marketing y relacionado con un buen estilo de vida, salud y por sus características sensoriales (Diduch et al., 2011).

El agua envasada también se elije como alternativa a las agua municipales por razones de olor y sabor (Diduch et al., 2011). Durante 2012 la producción de aguas envasadas en España fue de unos 5.000 millones de litros, de los cuales el 95.7% del agua envasada en España es mineral, el 2.4% es agua de manantial, mientras el 1.9% se compone por aguas potables

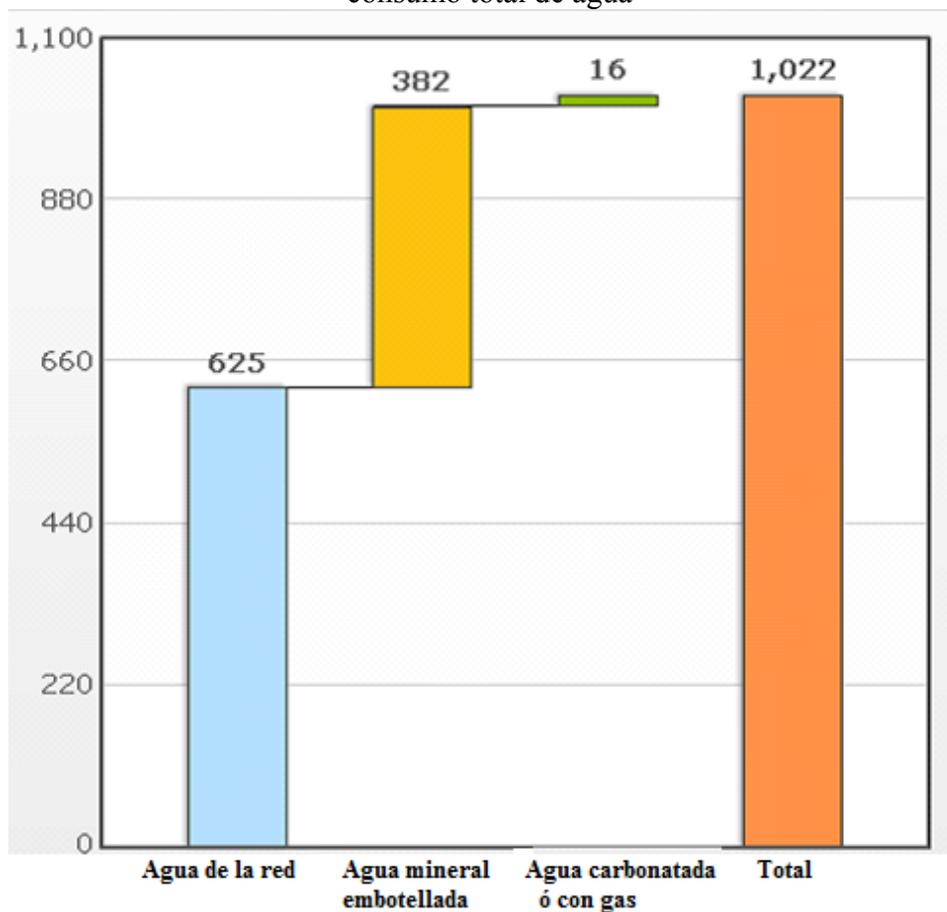
preparadas. La demanda del agua sin gas es del 96% del total, mientras que las aguas con gas suponen un 4% (Mercasa, 2013).

En España hay más de 160 marcas de agua mineral envasada (AECOSAN, 2016b). Según el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX), las exportaciones españolas de aguas envasadas durante el 2012 supone solo el 0,8% de la producción total del sector, con una exportación de 41.6 millones de litros (Mercasa, 2013). Según la Federación Europea de Aguas Envasadas (EFBW), España se sitúa como cuarto país de la UE en términos de producción de agua mineral, por detrás de Alemania, Italia y Francia y tercero en consumo, tras Italia y Alemania (ANEABE, 2016a)

Durante 2014, según la Estadística de Producción elaborada por ANEABE a partir de los datos suministrados por sus marcas asociadas, la producción de aguas envasadas en España alcanzó los 4.926 millones de litros. Por tipos de aguas envasadas, más del 96% de la producción corresponde a las aguas minerales naturales; de las cuales casi un 2%, a las de manantial y el resto a las potables preparadas. Las aguas sin gas representan el 96% de la producción, mientras que las aguas con gas acaparan el 4% restante. En cuanto al consumo per *cápita*, en 2014 se situó en 106 litros. Esto representa, aproximadamente, un consumo de un vaso de agua mineral al día frente a los 150 litros de consumo medio de agua corriente en España. Otro dato de interés, es que la producción de aguas minerales representa un 0.03% de los recursos hídricos subterráneos disponibles en nuestro país (ANEABE, 2016a)

En la figura 1.1, se ve el consumo medio diario y por persona del agua de la red, del agua mineral envasada y del agua mineral carbonatada o con gas carbónica, así como el consumo total de agua, según los datos del año 2012.

Figura 1.1. Consumo diario de agua de la red (en mL) en España, respecto al consumo total de agua



Fuente: AECOSAN, 2012

Según los datos de la Encuesta Nacional de Ingesta Dietética (ENIDE) del 2012 reflejados en la figura 1.1, El consumo medio de agua por persona y día de aprox. 1022 ml, mientras que el agua tomada a través de todas las ingestas es superior a 2 litros. También se observa que el 61% del agua consumida proviene de las redes de distribución y el resto corresponde a las aguas envasadas., incluyendo las carbonatadas (AECOSAN, 2012).

2. IMPORTANCIA DEL AGUA EN LA NUTRICIÓN Y LA SALUD HUMANA

El agua es una sustancia inorgánica esencial para la vida humana. Se trata de un compuesto no energético al igual que las vitaminas y las sales minerales. La Organización Mundial de la Salud recomienda el consumo de alrededor de 2 litros diarios en adultos (Rey-Salgueiro et al., 2013).

2.1 FUNCIONES DEL AGUA

El agua es el componente más importante del cuerpo humano y representa entre la mitad y las cuatro quintas partes del peso corporal, dependiendo de su porcentaje sobre todo de la grasa del organismo (Cervera et al., 1999). Cuanto mayor es el contenido en tejido adiposo del organismo, menor es el porcentaje de agua total del mismo. Las mujeres tienen, en promedio, una menor cantidad de agua que los varones, debido a que, también en promedio, su proporción de tejido adiposo es mayor (Gil-Hernández, Sánchez-de Medina, 2005). El contenido corporal total de agua presenta notables variaciones entre los diversos individuos. Estas variaciones vienen determinadas fundamentalmente por la edad, la cantidad de tejido adiposo y el sexo (Gil-Hernández, Sánchez-de Medina, 2005). Cuanto mayor es la edad, menor es el contenido de agua de nuestro organismo. Los ancianos tienen un contenido en agua tan bajo como un 45% estando muy cercano al límite mínimo compatible con la función normal. En los recién nacidos el contenido en agua es muy grande, pudiendo llegar hasta cerca de un 80%.

En la tabla 1.1, se expresa el contenido en % en agua de los diversos órganos y tejidos en un adulto joven.

Tabla 1.1. Contenido en agua de los diversos órganos o tejidos en un adulto joven.

ORGANOS O TEJIDOS	CONTENIDO EN AGUA (%)
Riñón	>80
Pulmón	>80
Corazón	79
Músculo esquelético	75
Piel	70
Hueso	20
Tejido adiposo	10

Fuente: Gil-Hernández, Sánchez-de Medina, 2005

Según la tabla, los órganos con mayor contenido en agua son los riñones y los pulmones y los tejidos que menos porcentajes presentan son los huesos y el tejido adiposo

El agua es el medio en el que se realizan los fenómenos bioquímicos que nos permiten y aseguran la vida. Por ello, cualquier desequilibrio del mismo puede provocar graves consecuencias para la salud.

Según Cervera et al., 1999, Entre las funciones orgánicas en la que interviene el agua:

- Es un componente esencial en la sangre, de la linfa y todas las secreciones corporales (agua extracelular) y de todas las células (agua intracelular).
- Todos los órganos la necesitan para su funcionamiento.es esencial para el mantenimiento de la temperatura corporal.

- Asiste a múltiples procesos, como son la digestión, la absorción, el metabolismo y la excreción.
- Sirve como medio de transporte, en la sangre, de los productos de desecho que deben ser eliminados por la orina. El mismo volumen hídrico que pasa por el riñón es reutilizado varias veces al día, a excepción de una pequeña cantidad, que es la que se elimina, que disuelve las sustancias a excretar.

El agua mantiene la constancia física y química de los líquidos intracelulares y extracelulares y tiene una participación directa en el mantenimiento de la temperatura corporal. La evaporación del sudor enfría el cuerpo durante el tiempo cálido, impidiendo o retrasando la hipertermia. La pérdida del 20% del agua corporal (deshidratación) puede producir la muerte; la pérdida de solo el 10% produce alteraciones graves. En un clima templado los adultos sanos pueden vivir hasta 10 días sin agua y los niños pueden vivir hasta 5 días. Por el contrario, es posible sobrevivir varias semanas sin alimento (Mahan, Escott -Stump, 2009).

El cuerpo no tiene reservas de agua; por tanto, la cantidad de agua que se pierde cada 24 horas se debe reponer para mantener la salud y la eficiencia del organismo humano. En condiciones normales una cantidad diaria recomendada razonable es 1ml/kcal para adultos y 1.5mL/kcal para lactantes. En la mayoría de los casos, una cantidad diaria de agua recomendada adecuada procedente de todos los orígenes, incluyendo los alimentos en los adultos, es aproximadamente 3.7L para los varones y 2.7L para las mujeres, dependiendo del tamaño corporal. Los lactantes necesitan más agua debido a la escasa capacidad de sus riñones de manejar la carga renal de solutos, a su mayor porcentaje de agua corporal y a su gran área superficial por unidad de peso corporal. La necesidad de agua de una mujer lactante también aumenta.

Teóricamente una cantidad adicional de 600 a 700 mL/día, debido a la gran cantidad necesaria para la producción de leche (*Mahan- Escott -Stump, 2009*).

2.2 EL AGUA Y LA SALUD

Hoy en día, el consumidor otorga una gran importancia a la buena alimentación y al consumo de todo lo que es natural. Ese hecho ha conferido al agua mineral natural una gran relevancia. De hecho, en el mundo de la hostelería, se llegan a ofrecer en algunos establecimiento de alta categoría, cartas de aguas mineral natural envasadas. Es el reflejo del aprecio del consumidor a ese producto tan saludable. Es muy importante que la cantidad y la calidad del agua de bebida sean adecuadas para una correcta hidratación. Esta calidad queda especialmente garantizada cuando se trata de agua mineral natural ya que es una bebida que ya es pura y sana desde su origen en el manantial, por lo que no requiere ningún tipo de tratamiento de desinfección para su consumo. Y en cuanto a su cantidad, los formatos en los que se envasa el agua mineral natural facilitan una óptima disponibilidad para el consumo en todo momento y situación (*Martínez-Álvarez, 2011*).

Algunos consumidores creen que algunas aguas minerales naturales tienen efectos medicinales o efectos beneficiosos sobre la salud. Algunas de estas aguas contienen altos niveles en minerales, a veces superior a las concentraciones normalmente aceptada en agua de bebida. Y a menudo se han considerado como alimento más que agua de bebida. Las aguas envasadas con muy baja mineralización como podría ser agua destilada o agua desmineralizada también son consumidas. Sin embargo, no hay información científica sobre los beneficios o peligros en consumo a largo plazo(*OMS, 2011*).

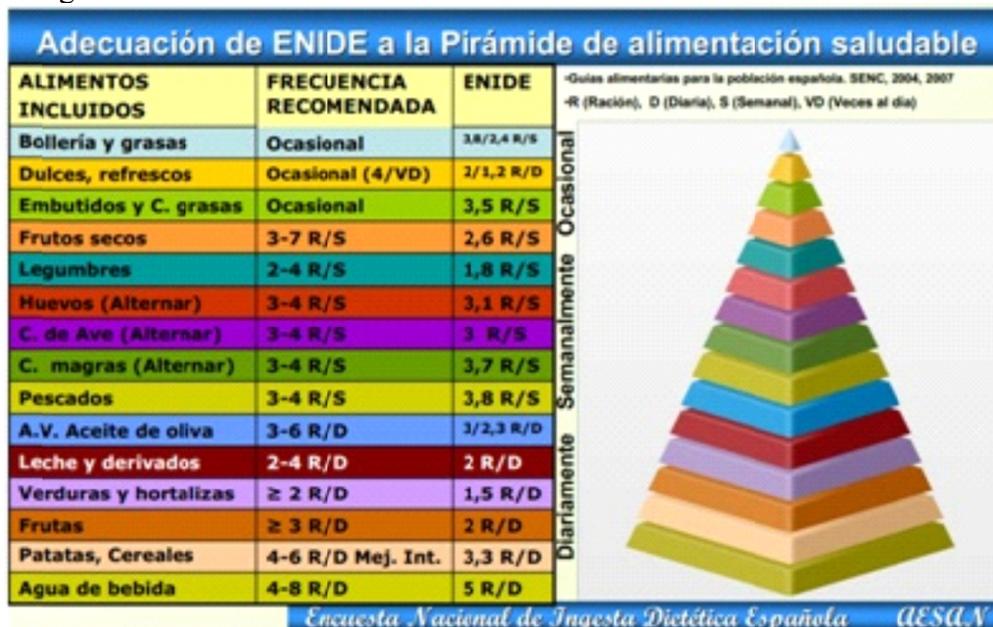
Los minerales en el agua están en forma iónica y se absorben fácilmente por el tracto gastrointestinal. Se ha sugerido que el agua de bebida puede ser una fuente importante de minerales (Azoulay et al., 2001). La diversidad de las aguas minerales se debe a la composición subterránea del agua, la cual depende del tipo y de la estructura de las rocas con las cuales entra en contacto, interviniendo factores físicos y químicos como son la sorción, la oxidación y reducción, la lixiviación, la erosión y la hidrólisis (Diduch et al., 2011).

Elementos como el calcio, magnesio, sodio y potasio forman parte de las rocas y de los sedimentos. Así su concentración suele ser importante en el agua mineral (Marcussen et al., 2013). La mayoría de las aguas minerales tienen altos niveles de calcio, pocas están dominadas por magnesio y pocas tienen altos niveles de sodio. Ese último caso es el de las aguas del este medio (Marcussen et al., 2013).

Las guías alimentarias son una herramienta que orienta la población hacia una alimentación saludable. Se diseñan considerando los hábitos alimentarios predominantes, la disponibilidad alimentaria y el nivel de acceso a los alimentos en cada país, entre otros aspectos. Entre las expresiones gráficas de estas guías, tenemos la pirámide nutricional. Se trata de una figura que nos da una idea completa de la dieta y no de alimentos aislados y traslada tres conceptos importantes, como son: variedad, moderación y proporcionalidad.

En el año 2012, se ha realizado una adecuación de la Encuesta Nutricional a la pirámide nutricional y se ha obtenido entre otros resultados, los aspectos en la figura 2.2.

Figura 1.2 Adecuación de ENIDE a la Pirámide de alimentación saludable



Fuente: AECOSAN, 2012

Se observa en la figura 1.2 que el agua de bebida se sitúa en la base de la pirámide, debajo de la posición de los cereales considerados la bases de la dieta mediterránea. Según ENIDE, se toman 5 raciones diarias, lo que equivale a 1l/día. Es importante recordar que la población toma agua no solamente a través del agua de bebida, sino también a través de las infusiones, la leche, la fruta, etc.

En el año 2015, la Sociedad Española de Nutrición y Consumo (SENC) presenta la última versión pirámide nutricional, incluyendo varios aspectos por primera vez.

Figura 1.3 Pirámide nutricional saludable.



Fuente: SENC, 2015

Como se observa, el agua se encuentra en la base de la pirámide nutricional, indicando así su importancia absoluta en la nutrición. Según esa

última versión, datada del 2015, se recomienda tomar entre 4 y 6 vasos de agua al día, siguiendo la Pirámide de la Hidratación Saludable SENC (figura 1.4). Aparte del consumo de agua, llama la atención en esa pirámide la inclusión de aspectos como son la práctica de una actividad física diaria, tener un equilibrio emocional, cuidar el balance energético y tomar alimentos que han sufrido técnicas culinarias saludables.

Figura 1.4 Pirámide de la hidratación saludable



Fuente: SENC, 2008

Como se ha mencionado anteriormente, en la pirámide nutricional saludable, SENC ha tenido en cuenta la pirámide de hidratación saludable. En la figura 1.4, se ve como se clasifican los diferentes tipos de bebidas y se organizan en distintos niveles de la Pirámide, de manera que las bebidas

ubicadas en la base serán las de consumo habitual frecuente y las situadas hacia el vértice de consumo esporádico u ocasional (SENC, 2008).

En el grupo 1 tenemos aguas minerales, aguas de manantial o de grifo de bajo contenido salino. El grupo 2 recoge las aguas minerales o del grifo con mayor contenido salino, las bebidas refrescantes sin azúcar/acalóricas, el Té y el café sin azúcar. El grupo 3 contiene bebidas con cierto contenido calórico y nutrientes de interés, los zumos de frutas naturales, zumos de verduras (tomate, gazpacho, etc.) y caldos, los zumos comerciales a base de fruta (100%), la leche y los productos lácteos bajos en grasa sin azúcar, la leche o productos lácteos con azúcar y sustitutos de leche. la cerveza sin alcohol, las bebidas para deportistas, así como el té y café con azúcar. El grupo 4 agrupa las bebidas refrescantes carbonatadas o no, endulzadas con azúcar, fructosa o equivalente y por último el grupo 5 alberga las bebidas alcohólicas de baja graduación (Bebidas fermentadas). El último grupo no se incluye en la pirámide, dado que sus componentes no son útiles para la correcta hidratación pero su consumo moderado ha mostrado beneficiosos en adultos sanos. Por eso deben de consumirse con moderación (SENC, 2008).

La organización mundial de la salud (OMS) recomienda consumir sobre 2 litros al día de agua en adultos (Rey –Salgueiro et al., 2013). Se recomienda el consumo de abundante agua en varias dietas populares para perder peso, a través de artículos científicos, o de otro tipo de fuentes no especializadas (Muckelbauer et al., 2013).

Además de la cantidad, la calidad del agua es otro factor importante. El agua mineral natural se conoce por sus especiales características: tratamiento mínimo y restringida al autorizada tras su captación, composición constante, garantía higiénica absoluta sin necesidad alguna de tratamientos de desinfección, presencia diversa de sales minerales según el manantial de

procedencia, así como una óptima disponibilidad para el consumo en todo momento y situación.

El agua mineral natural tomada vía oral puede tener un efecto u otro sobre el organismo según la composición mineral. El agua de consumo es a menudo relacionada con la obesidad. Sin embargo, no hay recomendaciones basadas en evidencias en ese caso (Muckelbauer et al., 2013).

En la tabla 1.2, se resumen algunos beneficios del agua mineral natural sobre la salud debidos a su composición química, más específicamente a su composición en minerales.

Tabla 1.2. Beneficios del agua según composición

Aguas minerales	Composición mineral/litro	Beneficios
Bicarbonatadas o alcalinas	Más de 600 mg/L de bicarbonatos	Facilitan la digestión y neutralizan la acidez de estómago.
Cálcicas	Más de 150 mg/L de calcio	El calcio del agua se absorbe bien por el organismo y contribuye a la mineralización de huesos y dientes. Se recomiendan para embarazadas, niños, ancianos y para prevenir la osteoporosis.
Magnésicas	Más de 50 mg/L de magnesio	Contribuyen a la mineralización de huesos y dientes y pueden resultar ligeramente laxantes. Ayudan a combatir el estrés.
Hiposódicas	H: menos de 20 mg/L de sodio	H: benefician a quienes sufren alteraciones renales, hipertensión o retención de líquidos y a los bebés y personas mayores.
Fluoradas	Más de 1 mg/L de fluoruros	Pueden prevenir la caries dental.
Carbónicas o con gas	Más de 250 mg/L de anhídrido carbónico natural o añadido	Estimulan el apetito y facilitan la digestión.

Fuente: Martínez Álvarez, 2011

Las aguas termales han sido utilizadas han sido utilizadas de forma empírica para distintas enfermedades durante muchos años (Rapoliene et al.,

2015). Aparte de tomar las aguas vía oral, la utilización de las aguas minerales y termales ha sido, desde la antigüedad, una forma de tratar muchas enfermedades. Muchas civilizaciones que han ido llegando a la península ibérica durante la historia, descubrieron varios manantiales de aguas mineromedicinales y pusieron en práctica sus beneficios sobre la salud (Mosso-Romeo, de la Rosa-Jorge, 2004).

Se ha demostrado el efecto positivo de la balneoterapia sobre los sistemas cardiovascular, musculo esquelético, endocrino, sistema nerviosos así como sobre otros sistemas. Muchos estudios han mostrado la mejora de los parámetros clínicos de forma significativa con el uso de las aguas minerales en vez del agua de grifo (Rapoliene et al., 2015). En la actualidad, la balneoterapia se suele indicar en las afecciones crónicas del aparato locomotor (reumatismos, artrosis, rehabilitación), del aparato respiratorio, de la piel, trastornos circulatorios, digestivos y renales. Está desestimado su empleo para enfermedades infecciosas ya que existen terapias más eficaces (Mosso-Romero, de la Rosa-Jorge, 2004).

Otro tipo de uso que se está extendiendo rápidamente es para el bien estar. Existen tratamientos de adelgazamiento, rejuvenecimiento y estética, así como para la prevención de enfermedades reumáticas y respiratorias y tratamientos neurológicos. Los tratamientos de adelgazamiento se realizan con las aguas termales, en paralelo con dietas de adelgazamiento, bajo supervisión médica y ejercicios adecuado (Mosso-Romero, de la Rosa-Jorge, 2004). En el mismo sentido, algunas aguas minerales ejercen un efecto beneficioso y revitalizador de la piel, hecho que tradicionalmente encontraron su aplicación en muchas enfermedades cutáneas. De ahí viene la Estética Hidrotermal (Mosso-Romero, de la Rosa-Jorge, 2004)

El estrés forma parte y es indicador de la calidad de vida. Está influenciado por muchos factores como son el sueño y su calidad, la calidad y ritmo del trabajo, la falta de descanso, la actividad física, la deshidratación, etc. (Rapoliene et al., 2015).

La balneoterapia reduce los riesgos sobre la salud al neutralizar los efectos negativos de los factores de naturaleza dispéptica, respiratoria y asténica y reduce los síntomas del estrés. El uso de aguas geotermales de alta mineralización, parece tener un efecto preventivo sobre la gestión de los riesgos de la salud. Se trata de una herramienta segura, de fácil acceso y es un método no farmacológico que regula el cuerpo de forma autónoma (Rapoliene et al., 2015).

3. EVOLUCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE AGUA

El control de calidad de las aguas minerales envasadas suele estar enfocado al análisis de aniones y cationes, sobre todo que están relacionados con el sabor y olor y le pueden conferir al agua propiedades nutraceuticas. La cromatografía iónica se mantiene como método de elección a la hora de determinar los iones en las aguas minerales envasadas (Diduch et al., 2011).

La cromatografía iónica es a menudo empleada hoy en día en industria. Se caracteriza por su simplicidad, sensibilidad y selectividad. Los aniones se pueden analizar con o sin supresión química (Resto et al., 2007). Muchos expertos en cromatografía indican que los avances en cromatografía iónico empezaron con el informe de Small en 1975, quien introdujo las fases estacionarias de baja capacidad con conductividad y supresión (Resto et al., 2007). Desde entonces, se analizaron con esa técnica varias sustancias en áreas diferentes. El primer método estándar para analizar aniones por cromatografía en aguas se estableció en 1948 (Resto et al., 2007).

En España, el Real Decreto de 14 de Septiembre de 1.990 sobre el control de calidad de las aguas potables de consumo público se basó en su momento el control de calidad de las aguas de bebidas envasadas. Más adelante, el Real Decreto 1164 de 1991, también derogado, trata la reglamentación para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas y contempla niveles guía, concentraciones máximas admisibles y se mencionan Métodos analíticos de referencia. Se trata de 12 técnicas con el fin de analizar 53 parámetros fisicoquímicos y son técnicas de gravimetría, potenciometría, conductimetría, volumetría, turbidimetría, espectrofotometría UV-V, espectrofotometría en el infrarrojo, espectrofotometría de absorción atómica, fluorimetría UV y técnicas de cromatografía que son la cromatografía de capa fina, cromatografía líquida y la cromatografía en fase gaseosa (Armijo-Castro, 2000).

Después de algo más de una década, entran en vigor el Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, vino a regular el proceso de elaboración, circulación y comercio de las aguas de bebida envasadas, incluyendo tanto las minerales naturales y de manantial como otras aguas envasadas, Así como el RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Respecto al RD 140/2003 y el cual se sigue aplicando, establece técnicas analíticas de referencia en para algunas determinaciones microbiológicas en el ámbito del control de calidad del agua de consumo. Para todas las determinaciones, exige que el laboratorio este acreditado por la UNE-EN ISO/IEC 17025 o en su defecto certificado por la norma UNE EN ISO 9001. Además de los métodos de referencia mencionados, menciona Los siguientes métodos de ensayo se dan ya sea como referencia, en los casos que

se pueden utilizar métodos basados en normas UNE, ISO o CEN, o métodos alternativos, siempre que estén validados o acreditados o se haya demostrado su equivalencia. Existen métodos UNE EN ISO específicos para la determinación de aniones y cationes en aguas.

Volviendo a las aguas envasadas, las normativas en vigor hoy día en España son RD 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano y el RD 1799/2010.de 30 de diciembre (BOE de 20 de enero de 2011), por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano. Igual que anteriormente, para la mayoría de los parámetros fisicoquímicos se exige que el método de análisis utilizado será capaz, como mínimo, de medir concentraciones iguales al valor del parámetro con la exactitud, precisión y límite de detección especificados en dichos RD. También menciona que los laboratorios en que se analicen las muestras deben tener un sistema de control de calidad de los análisis, para lo cual le será de aplicación la normativa vigente que le corresponda en cada caso.

4. CROMATOGRAFÍA DE INTERCAMBIO IÓNICO

La cromatografía en general y la cromatografía iónica en concreto, son técnicas analíticas que han ido evolucionando y diversificándose durante la historia.

En1848, Way y Thompson, reconocieron el fenómeno de intercambio iónico en sólidos e introdujeron el término intercambio de bases por primera vez, lo que fue un hallazgo muy importante. En el año 1858, se confirmó la reversibilidad de los fenómenos de intercambio por Hennenberg, Stohmann y Eishhorn. En 1935 Holmes y Adams consiguieron sintetizar resinas orgánicas

para intercambio iónico, lo que fue un logro de gran interés en relación con la cromatografía iónica (Diez-Salvador, 1994). Los primeros intercambiadores iónicos obtenidos por policondensación se utilizaron en 1945, reemplazando así los productos de polimerización y en 1964, se obtienen las resinas de intercambio iónico térmicamente regenerable para desalinización de aguas (Romero-García, 2002).

La cromatografía iónicas fue presentada en 1975 por Small, Stevens y Baumann, como un sistema desarrollado capaz de analizar los aniones inorgánicos de forma eficaz, además del análisis de otras especies iónicas (Armijo-Castro, 2000). Desde entonces, se empezó a utilizar esta técnica en el análisis de varias sustancias en distintas áreas. El primer método estándar para el análisis de aniones por cromatografía iónica en agua se estableció en el año 1984 y desde entonces, varios citados su uso en la determinación de aniones (Resto et al., 2007).

Se trata de una técnica que presenta ventajas respecto a las técnicas convencionales como son la fotometría, gravimetría y turbidimetría ya que se caracteriza por la rapidez de los análisis, la sensibilidad, la selectividad y la posibilidad de determinar simultáneamente varios analitos en una misma muestra (Armijo-Castro, 2000).

La cromatografía iónica es uno de los métodos más empleados hoy día en la industria. El análisis de aniones se puede realizar con o sin supresión química se caracteriza por su simplicidad, sensibilidad y selectividad. Se utiliza la supresión química en el método cuando el sistema de detección está basado en la conductividad. La supresión química permite la reducción del ruido de la conductividad a la vez que se aumenta la sensibilidad a los aniones (Resto et al., 2007). Eso ha hecho que sea la técnica ideal para medir concentraciones iguales al valor del parámetro con la exactitud, precisión y límite de detección

especificados en los reales decretos que se aplican a las aguas de consumo público y aguas envasadas.

5. EL ANÁLISIS SENSORIAL

5.1 HISTORIA E IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial consiste en el análisis de alimentos u otros materiales mediante los sentidos. Deriva del latín *sensus*, que significa sentido en castellano (Olivas-Gastélum et al., 2009). Según la norma ISO 5492:2008, se define como ciencia relacionada con la evaluación de los atributos organolépticos de un producto mediante los sentidos (ISO 5492:2008). Se trata del examen de las características organolépticas de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos cuantificables y objetivables (Sancho et al., 1999). Otra definición que se le atribuye es la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume (Hernández-Alarcón, 2005).

El análisis sensorial o metrología sensorial representa el conjunto de métodos, útiles e instrumentos que permiten evaluar la calidad organoléptica de un producto, en otras palabras, las características que implican el uso de los órganos de los sentidos del ser humano: el gusto, el olfato, la vista, el tacto y el oído. Permite describir y cuantificar de manera sistemática el conjunto de las percepciones humanas (Lefebvre, Bassereau, 2003).

Igualmente se define como el análisis de las propiedades sensoriales, refiriéndose a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o

materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos (Hernández-Alarcón, 2005).

Desde hace muchos años ya existen alimentos pertenecientes a determinadas regiones y reconocidos por sus características organolépticas, entre otras propiedades. Es el caso de aceite de oliva virgen en Andalucía (Sancho et al., 1999).

La figura de degustador proveniente de "degustateur", catador en francés, aunque se utilizó por primera vez para referirse al catador de vinos, aparece en documentos que datan de 1793 (Sancho et al., 1999).

En los años 30, se ha desarrollado la evaluación sensorial con el fin de remediar la falta de métodos instrumentales eficaces de cuantificación del sabor, en el sector agroalimentario (Lefebvre, Bassereau, 2003). Más adelante y coincidiendo con la primera y la segunda guerra mundial, el control de las características organolépticas pasaba a un segundo plano, mientras se concentraba en los controles microbiológicos y fisicoquímicos, esforzándose en conseguir una máxima producción de los alimentos. Sobre los años 50, se empieza a integrar el análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos, apareciendo los atributos primarios como son el aspecto, el sabor y la textura. En paralelo, se empezaron a estudiar las distintas pruebas y su utilidad, así como los tratamientos estadísticos de las pruebas obtenidas (Sancho, 1999).

Varios sectores de consumo de productos como son la industria alimentaria, el textil y la industria farmacéutica, necesitan el análisis sensorial (Stone, Sidel, 2004).

Entre los años 40 y 50, la investigación relacionada con el análisis sensorial ha sido enormemente apoyada por las fuerzas armadas americanas ya que solo la calidad nutricional no garantizaba la aceptación de los menús por estos. En los años 60 este problema parece ser olvidado ya que lo que interesaba era producir para eliminar el hambre (Stone, Sidel, 2004).

Gracias al sector privado, la empresa Arthur D. Little Company introduce el método de perfil de flavor (the Flavor Profile Method. FPM), siendo una manera cualitativa de análisis descriptivo, que minimiza la dependencia de los expertos. Ese procedimiento sustituye el trabajo individual por el trabajo en un grupo de 6 expertos, responsables de llegar a una decisión conjunta. En los años 50, la universidad de California empezó a ofrecer una serie de cursos de la evaluación sensorial. Hay estudios interesantes en relación con la evaluación sensorial desde entonces, como son Boggs y Hansen (1949), Harper (1950), Giradot et al. (1952), Baker et al. (1954), Pangborn (1964) y Anonymous (1968). Esos estudios estimularon y facilitaron el uso el análisis sensorial en el sector industrial (Stone, Sidel, 2004).

Los trabajos fisio-psicológicos han hecho que esta disciplina haya avanzado en los años 60 con el desarrollo de la industria alimentaria y con el auge de la sociedad de consumo. Hasta entonces, solo se podía comprobar la calidad fisicoquímica, nutricional y microbiológica, lo que permitía estandarizar la calidad a lo largo del proceso de producción (Lefebvre, Bassereau, 2003). En 1971, Von Sydow cuestiona si el sabor es una característica química del alimento o más bien un carácter psicoquímico y junto Meiselman y Akesson estudiaron la posibilidad de medir el sabor. En la misma época, se establece la distinción entre el aspecto psicológico y físico-óptico del color de los alimentos a través de estudios realizados por Duran (1971) y King (1980) (Sancho et al., 1999).

El ser humano ha utilizado el análisis sensorial como "instrumento de medida", siendo un útil que necesita protocolos de test rigurosos, con el fin de obtener una buena fiabilidad de los resultados (Lefebvre, Bassereau, 2003).

Las pruebas sensoriales se suelen realizar en laboratorios con el fin de asegurar el control de las condiciones, minimizar los gastos y optimizar la eficacia del análisis (Lefebvre, Bassereau, 2003).

Según Espinilla-Estévez(2009), los factores que influyen en la evaluación sensorial e inciden en la calidad de los resultados se clasifican en

- Factores Ambientales: La climatización e iluminación de la sala de cata, el color de las paredes, techos y la separación de las cabinas se consideran muy importantes.
- Factores Prácticos: El muestreo de los alimentos objeto de cata debe de realizarse de forma adecuada, en uniformidad y cantidad e irán codificados y servidos a una temperatura adecuada.
- Factores Humanos: los catadores se seleccionan en base a factores como son la edad, el estado de hambre, ansiedad, saciedad, enfermedad y estado emocional, sensibilidad individual, consumo de medicamentos, prejuicios y expectativas, cansancio físico y saturación por estimulación constante de los receptores.

5.2 CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

La percepción se define como la toma de conciencia de uno o múltiples estímulos sensoriales. (ISO 5492:2008).

El estímulo es aquello que excita a un receptor (ISO 5492:2008).

Según Hernández-Alarcón, 2005, los estímulo se clasifican en:

- Mecánicos

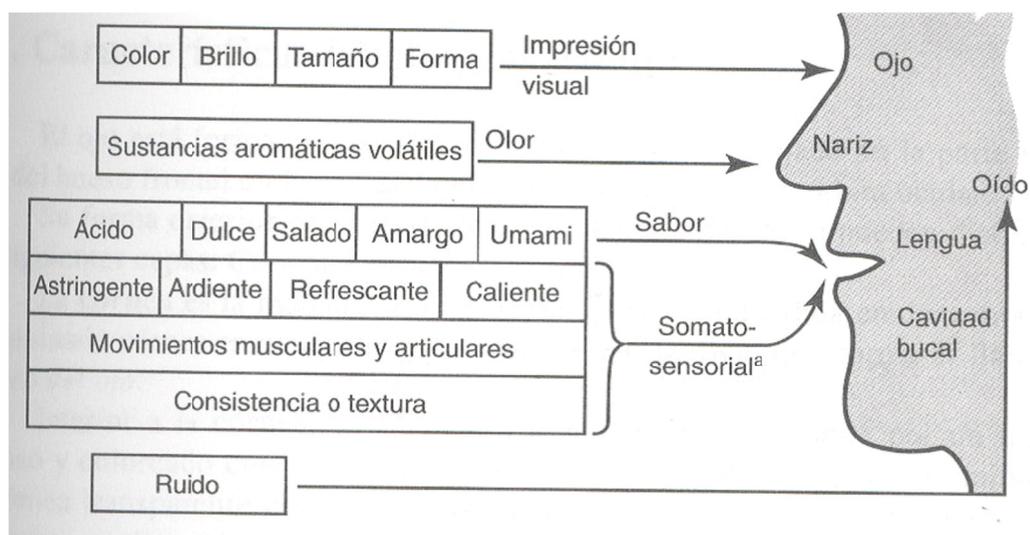
- Térmico
- Luminosos
- Acústicos
- Químicos
- Eléctricos

La percepción de los estímulos se realiza a través de los 5 sentidos, los cuales se clasifican en:

- *Químicos*: olfato y gusto
- *Físicos*: Vista, tacto y oído

Se trata de los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea (Hernández-Alarcón, 2005).

Figura 1.5 Las diferentes percepciones de un producto alimenticio



Fuente: Sancho, 2002

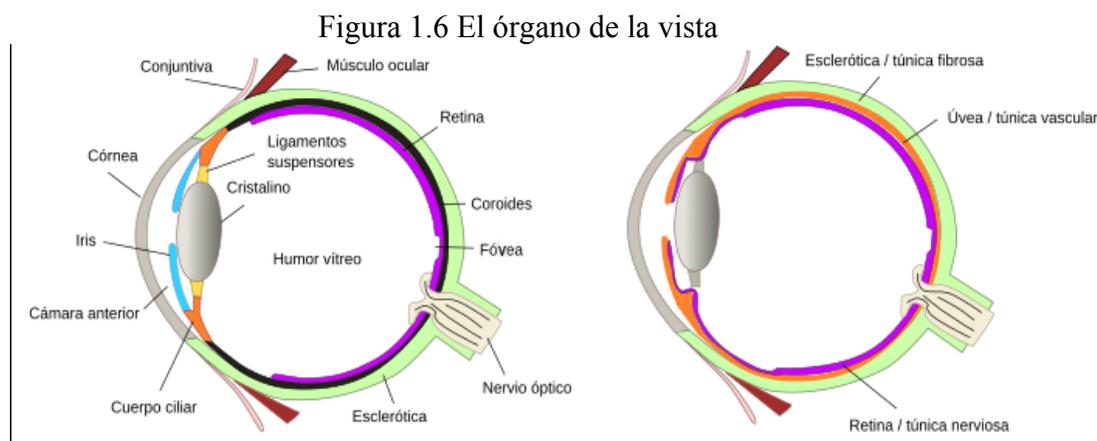
Gracias a los órganos de los sentidos, se tiene la capacidad de percibir y reaccionar ante diversos estímulos, permitiendo al ser humano adaptarse a los cambios medioambientales, a la vez que cubre sus necesidades básicas (Fuentes et al, 2010).

En el análisis sensorial se utilizan todos los sentidos, sea el olfato, el gusto, el tacto, el oído o la vista (Lefebvre, Bassereau, 2003).

a) Vista

La visión realiza el sentido de la vista (ISO 5492:2008) a través de los ojos, compuestos cada uno por el globo ocular y los órganos anexos y ubicados en las cavidades orbitarias de la cara. Cuentan con unas células fotorreceptoras encargadas de enviar impulsos nerviosos al cerebro.

Por este sentido, podemos percibir la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo, la uniformidad y la consistencia visual (textura) (Hernández-Alarcón, 2005).



Fuente: Atlas de Histología Vegetal y Animal. Universidad de Vigo, 2016

Según (ISO 5492:2008), los atributos visuales se clasifican y definen como:

- El color: sensación de tono, saturación y claridad inducida por estimulación de la retina por ondas luminosas de varias longitudes de onda.
- El tono: atributo de color que corresponde a la variación de longitud de onda.

- La saturación: dimensión de un color que describe su pureza.
- La claridad: grado de claridad visual de un color en relación a un gris neutro en una escala que se extiende desde el negro absoluto hasta el blanco absoluto.
- El contraste de la luminosidad: efecto sobre la luminosidad de un objeto o color provocado por la luminosidad de los colores o de los objetos que lo rodean.
- La transparencia: permite el paso de la luz y distinguir imágenes.
- La translucidez: permite el paso de la luz pero no permite distinguir imágenes.
- La opacidad: no permite el paso de la luz
- El brillo: apariencia brillante o lustrosa resultante de la tendencia de una superficie a reflejar la energía lumínica en un ángulo más que otro.

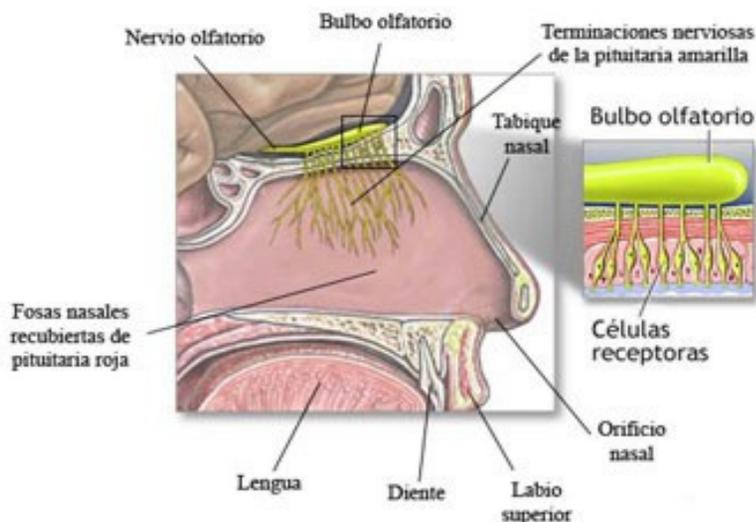
b- Olfato

El olfato se realiza a través de la nariz y se considera muy simple en comparación con otros seres vivos. Permite percibir el olor y el aroma. Los quimiorreceptores del olfato están ubicados en la parte superior de las fosas nasales y más exactamente en pituitaria amarilla.

El olor se produce gracias a la volatilización de sustancias que llegan a la nariz a través del aire.

El aroma se debe a la percepción de sustancias aromáticas de un alimento en boca (Hernández-Alarcón, 2005).

Figura 1.7 El órgano del olfato



Fuente: Junta de Andalucía, 2015

Según la norma ISO 5492:2008, se definen:

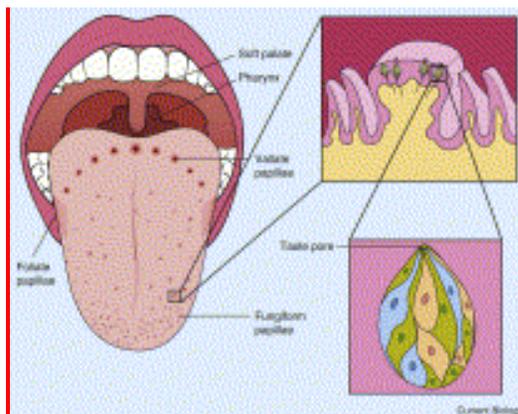
- El olor: sensación percibida por medio del órgano olfatorio al oler ciertas sustancias volátiles.
- El aroma: Atributo sensorial perceptible por el órgano olfatorio, vía retronasal durante la degustación.
- El bouquet: conjunto de notas olfativas específicas de un producto que permiten caracterizarlo.

c) Gusto

El gusto permite identificar las diferentes sustancias químicas que forman parte de los alimentos. Dichas sustancias se perciben como sabores (Espinosa-Manfugás, 2007), y se percibe a través de la lengua. Se trata de un órgano musculoso que interviene en la deglución, la articulación de las palabras, además de la función gustativas (Hernández-Alarcón, 2005).

Se percibe la sensación de sabor gracias a los órganos receptores llamados botones gustativos. Estos se encuentran mayoritariamente en las papilas gustativas de la lengua y algunos en la superficie del paladar blando, amígdalas, faringe y laringe (Espinosa-Manfugás, 2007).

Figura 1.8 El órgano de la lengua



Fuente: Breslin, 2013.

En la figura 1.8, se ven los Botones y papilas gustativas en la cavidad oral. En la lengua se distinguen tres tipos de papilas gustativas, la papilas foliadas, las caliciformes y las papilas fungiformes (Breslin, 2013).

Los atributos principales del gusto según la norma ISO 5492:2008 son:

- El gusto: sensaciones percibidas por el órgano del gusto cuando es estimulado por ciertas sustancias solubles.
- El flavor o sensación olfato-gustativa: combinación de las sensaciones gustativas, olfativas y trigeminales percibidas durante la degustación.
- Sabor básico: cada uno de los diferentes sabores; ácido, amargo, salado, dulce y umami. Otros que se pueden clasificar como tal son alcalinos y metálico.

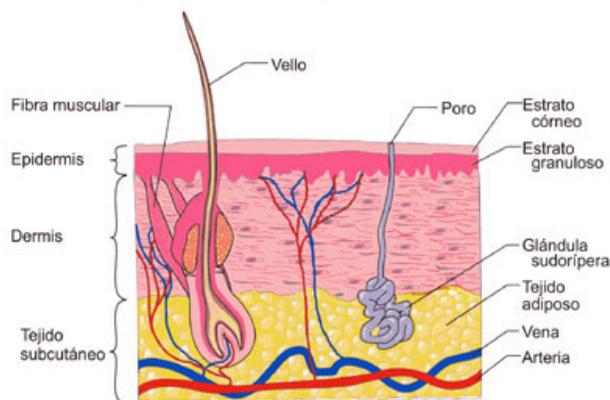
- Acidez: sabor ácido. Se trata de uno de los sabores básicos producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de las sustancias ácidas (por ejemplo, ácido cítrico y ácido tartárico).
- Carácter agrio: sabor agrio. Sensación gustativa compleja, generalmente debida a la presencia de ácidos orgánicos.
- Amargor: sabor amargo. Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de varias sustancias como la quinina o la cafeína.
- Salinidad: sabor salado. Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de varias sustancias como el cloruro de sodio.
- Dulzor: sabor dulce. Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de sustancias naturales o sintéticas como la sacarosa o el aspartamo.
- Umami: sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de ciertos tipos de aminoácidos o nucleótidos como el glutamato monosódico o inosinato disódico.
- Alcalinidad: sabor alcalino. Sabor producido por soluciones acuosas diluidas de sustancias básicas, es decir. $pH > 7,0$, tal como el hidróxido de sodio.
- Astringencia: sensación compleja acompañada por la contracción, tirantez y fruncimiento de la piel o mucosa bucal producida por sustancias tales como los taninos de caqui o los taninos del endrino (ciruelo silvestre).

d) Tacto

El tacto se percibe a través de la piel, constituida por epidermis, dermis e hipodermis. Se trata de un tejido fino y resistente que recubre todo el cuerpo (Hernández-Alarcón, 2005). Además de actuar como órgano sensorial, la piel funciona como barrera contra el calor, la luz, las lesiones y las infecciones,

regula la temperatura corporal, almacena agua y grasa y evita la pérdida de agua. Gracias al sentido del tacto, se pueden percibir estímulos mecánicos y térmicos debido a diferentes clases de receptores nerviosos ubicados en la piel.

Figura 1.9 El órgano del tacto



Fuente: Peña et al., 2001

En la norma ISO 5492:2008 se recogen las siguientes definiciones relacionadas con el tacto.

- Tacto: sentido táctil.
- Sentido cutáneo o táctil: cualquiera de los sentidos cuyos receptores están en la piel o inmediatamente debajo de ella (o en la membrana de las mucosas) que dan como resultado una percepción de contacto, presión, calor, frío y dolor.
- Sensación quimiotérmica: sensación de calor o frío producida por ciertas sustancias, no relacionadas con la temperatura de la sustancia.
- Somestesia: sensaciones de presión (tacto), temperatura y dolor percibidas por los receptores localizados en la piel y en los labios, incluyendo la mucosa bucal, la lengua y la membrana periodontal.
- Receptores somáticos táctiles: receptores localizados en la lengua, boca y garganta, que perciben las características geométricas que reflejan el aspecto del producto alimenticio.

- Cinestesia: sensación percibida a través de los nervios y órganos, en los músculos, tendones y articulaciones debida a la posición, movimiento y tensión de las partes del cuerpo.

Respecto a la textura, la norma ISO 5492 2008 contempla la siguiente definición:

- Textura: (en boca) Todos los atributos mecánicos, geométrico, de cuerpo o de superficie de un producto perceptibles a través de los receptores cenestésicos y somáticos y (si corresponde) visuales y auditivos desde el primer bocado hasta la deglución final.

Los atributos de la textura se clasifican según la norma previamente mencionada en:

- Los atributos mecánicos: son aquellos relacionados con la reacción de un producto a un esfuerzo. Estos son: dureza, cohesión, viscosidad, elasticidad y adherencia.
- Los atributos geométricos: son aquellos relacionados con el tamaño, forma y disposición de las partículas en el producto. Estos son: densidad, granulosis y conformación.
- Los atributos de superficie: aquellos relacionados con las sensaciones producidas en la boca por la humedad y/o grasa, sobre y cerca de la superficie del producto.
- Los atributos de cuerpo: son aquellos relacionados con las sensaciones producidas en la boca por la humedad y/o grasa presente en la masa del producto y la forma en que se liberan estos constituyentes.

Dentro de esas categorías, los atributos de textura más significativos son:

- Dureza: atributo mecánico de textura relacionado con la fuerza requerida para lograr una determinada deformación, penetración o rotura de

un producto.

- Cohesividad o cohesión: atributo mecánico de textura relacionado con el grado de deformación de un producto antes de su rotura, incluye atributos de fragilidad, masticabilidad y gomosidad.
- Fragilidad: atributo mecánico de textura relacionado con la cohesión y la dureza y con la fuerza necesaria para romper un producto en migas o pedazos.
- Masticabilidad: atributo mecánico de textura relacionado con el esfuerzo requerido para masticar un producto sólido hasta un estado listo para su deglución.
- Gomosidad: atributo mecánico de textura relacionado con la cohesividad de un producto tierno.
- Viscosidad: atributo mecánico de textura relacionado con la resistencia a fluir.
- Consistencia: atributo mecánico detectado por la estimulación de los receptores táctiles o visuales.
- Elasticidad, flexibilidad, resistencia: atributo mecánico relacionado con la rapidez de recuperación después de la aplicación de una fuerza de deformación y el grado en que un material deformado recupera su condición original después de retirar la fuerza de deformación.
- Adherencia: atributo mecánico de textura relacionado con la fuerza requerida para despegar el producto o la sustancia del paladar o de un sustrato.
- Pesadez: propiedad relacionada con la viscosidad de las bebidas y la densidad de los sólidos.
- Densidad: atributo de textura geométrico relacionado con la percepción de la compacidad en el corte transversal de un producto después de haberlo mordido completamente.
- Granulosidad: atributo de textura geométrico relacionado con la

percepción del tamaño, forma y cantidad de partículas en un producto.

- Conformidad, estructura: atributo geométrico de textura relacionado con la percepción de la forma y la orientación de las partículas en un producto.
- Humedad: percepción del contenido de humedad de un alimento por medio de los receptores táctiles en la boca y que también puede estar relacionada con las propiedades de lubricación del producto. También se define con propiedad de textura de superficie que describe la percepción del agua absorbida o liberada por un producto.
- Sequedad, seco: característica de la textura que describe la percepción de la humedad absorbida por un producto (por ejemplo galleta)
- Carácter graso: atributo de textura relacionado con la percepción de la cantidad o calidad de grasa en la superficie o en el cuerpo de un producto.

El análisis sensorial se desarrolla en tres etapas (Hernández-Alarcón, 2005):

- *Fase inicial*: las calidades texturales se perciben con el primer bocado, antes de que la saliva disuelva o modifique la forma o disposición de las partículas.
- *Fase de masticación*: se percibe durante la masticación
- *Fase residual*: cambios texturales que se llevan a cabo durante la masticación y efectos que producen recubrimiento del paladar por lo general, después de haberse deglutido la muestra del alimento.

e) Oído

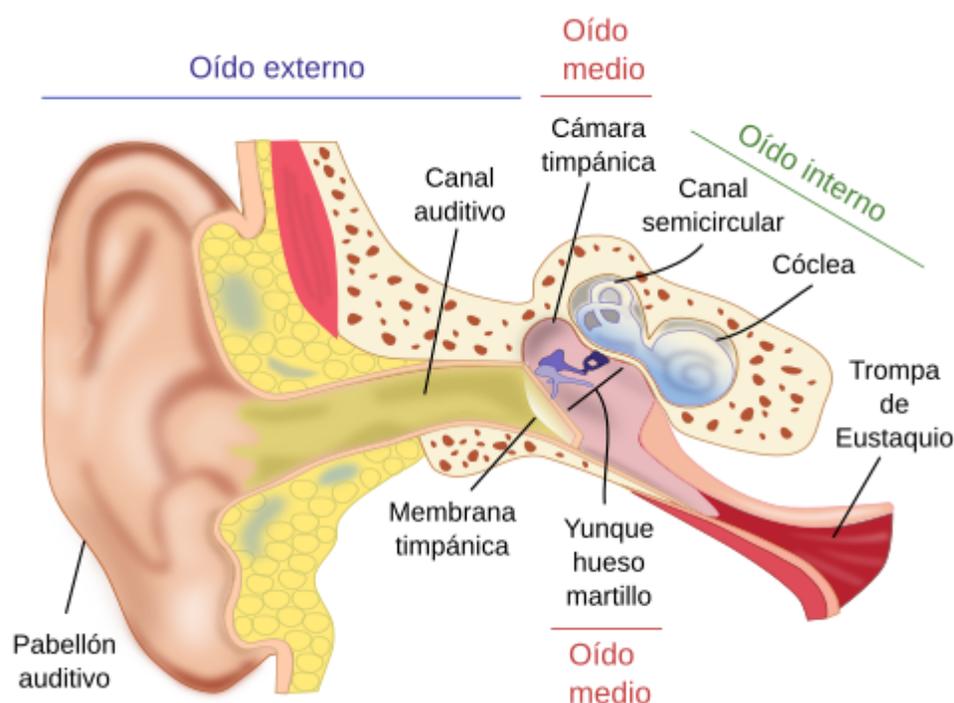
Se trata del aparato responsable de la audición y del equilibrio y está formado por: oído externo, oído medio y oído interno.

Para que se produzca la sensación sonora, el pabellón auricular recoge las ondas sonoras, las cuales pasan a través del conducto auditivo externo antes de

llegar al tímpano. La cadena de los huesos del oído es responsable de ampliar el movimiento vibratorio que se transmite al oído interno, lugar donde la energía mecánica de las ondas sonoras se transforma en energía eléctrica (Hernández-Alarcón, 2005).

En la figura 1.10, se recogen las partes del órgano del oído.

Figura 1.10 Órgano del oído



Fuente: Atlas de Histología Vegetal y Animal. Universidad de Vigo, 2016

El sonido que se produce al masticar o palpar muchos alimentos se considera una característica deseable por muchos consumidores. Ejemplo de ello el crujido de los nachos y de las patatas fritas en láminas (chips), etc.

El oído externo es el primero en percibir si un alimento es crujiente y lo suelen producir alimentos se quiebran fácilmente. Ejemplo, el atributo crujiente se da cuando se toman alimentos como las patatas tipos chips y otras frituras industrializadas. Respecto al atributo crocante, este se percibe directamente en

los dientes y ejemplo de ello el ruido que se percibe al morder las manzanas, el apio o las zanahorias crudas.

Utilizar el sentido del oído nos sirve muchas veces sirve controlar el grado de madurez del alimento, e incluso nos puede dar pistas sobre su estado de salubridad. Cuando se golpea una sandía, nos da información sobre si está madura o no y en el mismo sentido, cuando se mueve una conserva, podemos saber si está en buen estado o no.

Entre los distintos sentidos puede existir una relación y como ejemplo de ello:

- *Relación vista oído*

La estimulación auditiva aumenta la sensibilidad a la luz mientras que la estimulación luminosa aumenta la sensibilidad auditiva (Sancho-Valls, 1999).

- *Relación gusto oído u olfato oído*

Los aspectos sonoros previos y posteriores a la degustación están asociados a la percepción relacionada con el estímulo del gusto y/o el oído o el olfato y el oído (Sancho-Valls, 1999).

f) Flavor

El flavor o sensación olfato-gustativa es una combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación (ISO 5492:2008). En otras palabras y según la British Standard Institution, es la combinación del sabor y el olor, puede estar influenciada por las sensaciones de dolor, calor, frío y sensaciones táctiles y está compuesto por tres fases:

- Evaluación del olor: se aspira el aroma del alimento antes de introducirlo en la boca.
- Evaluación del flavor en la boca: se aprecia estando el alimento en la

boca.

- Evaluación del regusto: se percibe después de la deglución del alimento.

5.3 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial de los alimentos es tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos, sabiendo que la percepción sensorial del consumidor está relacionada con la aceptación del alimento. Muchos alimentos a pesar de ser muy nutritivo, no son aceptados por el consumidor debido a sus características organolépticas (Olivas-Gastélum et al, 2009).

La tarea principal del análisis sensorial es ayudar a traducir el deseo y las preferencias del consumidor en propiedades tangibles y bien definidas, para un producto determinado. El hecho de comparar y analizar las características organolépticas de los productos que les gustan o no a los consumidores, contribuye a conocer sus aspectos positivos y negativos y por tanto adaptarlos al gusto del consumidor. Tal conocimiento es vital para toda empresa que quiere ser competitiva en el mercado (Lefebvre, Bassereau, 2003), permitiendo así mejorar la aceptación de los productos, así como su optimización. También interviene en la elaboración e innovación de nuevos productos, el aseguramiento de la calidad, así como para su promoción y venta. De hecho, se puede aplicar en el control del proceso de elaboración, vigilancia del producto y control durante su almacenamiento, permitiendo incluso medir el grado de aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor, así como medir el tiempo de vida útil de un producto alimenticio (Hernández-Alarcón, 2005).

5.4 CATADORES

En el panel analítico, los catadores se clasifican en:

- Panelistas expertos.
- Panelistas entrenados, panelistas de laboratorio o panelistas analíticos.
- Panelistas consumidores.

Los dos primeros intervienen cuando se trata de estudios de caracterización de un producto, o de control de calidad en el desarrollo de nuevos productos, o para cuando se trata de cambios en las formulaciones, mientras que los últimos intervienen en la determinación de la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio. Los catadores están sometidos a entrenamiento adecuado y deben de estar suficientemente descansados antes de la cata (Hernández-Alarcón, 2005).

Según el COI (2013), los objetivos fundamentales del entrenamiento consisten en acostumar a los catadores con los distintos atributos olfativo-gustativos y táctiles, aumentar la habilidad para reconocer y cuantificar los estímulos sensoriales, así como potenciar la agudeza y la memoria frente a distintos estímulos, para su posterior evaluación.

5.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Los factores que inciden directa o indirectamente en la calidad de los resultados de la evaluación sensorial se clasifican en (Espinilla-Estévez, 2009):

- Factores Ambientales: entre los más importantes encontramos la climatización de la sala, la iluminación, el color de las paredes y techos y la separación de las cabinas.
- Factores Prácticos: los alimentos que se vayan a catar deben de estar muestreados de forma adecuada, en uniformidad y cantidad, e irán

codificados y servidos a una temperatura adecuada.

- Factores Humanos: los catadores se seleccionan en base a factores como son la edad, el estado de hambre, ansiedad, saciedad, enfermedad y estado emocional, sensibilidad individual, consumo de medicamentos, prejuicios y expectativas, cansancio físico y saturación por estimulación constante de los receptores.

5.6 PRUEBAS SENSORIALES

La mayoría de las pruebas sensoriales y los test de consumidores se realizan con el fin de prever cual es el comportamiento del producto y cual es el del consumidor, en la realidad (Lefebvre, Bassereau, 2003).

Las pruebas sensoriales se dividen en tres grupos (Hernández Alarcón, 2005):

- Pruebas discriminativas.
- Pruebas afectivas.
- Pruebas descriptivas.

Las pruebas discriminativas o discriminatorias permiten comparar y estimar el tamaño de la diferencia entre dos o más productos y las pruebas afectivas se llevan a cabo con catadores afectivos. Se trata de personas no seleccionadas ni entrenadas, siendo así el reflejo del consumidor real (Espinosa-Manfugás, 2007).

Respecto a las pruebas descriptivas, los catadores establecen los descriptores que representan las distintas características organolépticas de un producto (Espinosa-Manfugás, 2007) y analizan la intensidad de estos atributos de la muestra, mediante una descripción sensorial global, que incluye descriptores relacionados con la apariencia, olor, sabor, textura y sabor residual. Entre las

pruebas descriptivas encontramos distintos tipos como son, el Perfil de Sabor, el Perfil de Textura y el Análisis Descriptivo Cuantitativo (Watts et al., 1992).

5.7 ANÁLISIS SENSORIAL DEL AGUA

El acceso a un agua de bebida salubre es esencial para la salud y es un derecho básico del ser humano (OMS 2011). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua de consumo, además de ser accesible, debe de ser agradable al paladar, transparente y con un contenido en minerales equilibrado (Teillet et al., 2010).

Los primeros estudios sensoriales realizados sobre muestras de agua, son de los mediados de los años 80 y fueron enfocados sobre la identificación del sabor y olor, así como la detección de los sabores no deseados (Rey-Salgueiro et al., 2013).

El análisis sensorial es útil para determinar la calidad y las características del agua como producto final y para el control de olor durante el proceso de tratamiento. El análisis sensorial permite evaluar la efectividad de distintos tratamientos (Eaton, 2005).

La sensación sensorial del agua no solo depende del sabor, olor y sensaciones trigeminales. También depende de la sed. La sensación agradable de hidratación se reduce cuando se consume mucha agua (Azoulay et al., 2001).

El sabor se refiere a sensaciones gustativa como son el amargo, el salado, el ácido y el dulce. La respuesta es consecuencia de estimular los nervios terminales en las papilas de la lengua y del paladar blando. El flavor se

refiere al conjunto de sensaciones gustativa, olfativa y trigeminales y la respuesta se produce como consecuencia de estimular las terminaciones nerviosas en la lengua, la cavidad nasal y la cavidad oral. En definitiva, el análisis sensorial implica la evaluación de la sensación del flavor más que solo el sabor, sabiendo que una vez introducida la muestra en la boca, va a producir un flavor, independientemente del dominio de sabor, olor o sensación en boca (Eaton, 2005).

El sabor en el agua de grifo y en el agua envasada se puede deber a varios orígenes y se ha demostrado que el sabor y la aceptación del agua está relacionados con el contenido total en minerales disueltos, el cual se considera indicador del sabor que se va a percibir y de la calidad del agua (Teillet et al., 2010).

Durante la vida y sobre todo durante la lactancia, el ser humano va desarrollando nuevas preferencias de gusto y de olor, por eso un individuo le puede gustar una agua con mineralización alta o baja, sin embargo, individuos que toman agua con alto contenido en minerales, prefieren agua con un nivel de sólidos totales disueltos (STD) medio en muestras probadas a ciegas, además, factores como la carbonatación y la temperatura tienen influencia significativa en las características sensoriales del agua (Azoulay et al., 2001).

El color también es consecuencia de la presencia de materia orgánica en las aguas superficiales y subterráneas. El ácido fúlvico y el ácido húmico aportan un color amarillo marrón. Las partículas en suspensión y en particular las de tamaño coloidal como son la arcilla, las algas, el óxido de hierro y óxido de manganeso le confieren una apariencia de color. Esas materias se eliminan en el agua potable por razones estéticas y por razones de salud. El color se puede referir al color real, después de haber eliminado la turbidez, mientras el

color aparente no solo incluye el color debido a las sustancias disueltas, sino también a la materia en suspensión y se determina en la muestra sin filtración (Eaton, 2005).

En el agua de la red, los malos sabores pueden aparecer debido a la cloración y a los microorganismos, los cuales producen olores como a moho/tierra. Pero en el caso de las aguas embotelladas, el olor puede venir de los compuestos orgánicos del material del envasado, de los subproductos de desinfección por ozono, así como de los lubricantes y agentes orgánicos de limpieza, utilizados en el mantenimiento de los equipos de envasado (Azoulay et al., 2001).

Tratamientos tradicionales del agua embotellada como son la filtración, ósmosis inversa y ozonación son capaces de eliminar problemas de sabor, pero no siempre son suficientes y pueden a veces aumentar el problema o crear otros problemas de olor. La desinfección por ozonación da lugar a aldehído no halogenados de bajo peso molecular y se trata de compuestos que a baja concentración se caracterizan por olor a fruta, naranja o cítrico. La migración de aldehídos y cetonas desde el material de envasado también pueden causar problemas de sabor (Azoulay et al., 2001).

La migración de acetaldehídos desde PET se ha demostrado, sin embargo, el aumento del tiempo de espera desde la producción de las botellas hasta su llenado con agua ozonizada ha bajado el sabor a plástico debido a la aplicación de antioxidantes al agua, indicando que los antioxidantes protegen el material de la botella ante la oxidación por el ozono. El mal sabor medicinal ha sido detectado en agua almacenada en vidrio y plástico y se debe al 2-iodofenol y a 2-iodo-4-metilfenol. También se puede formar el iodofenol en agua en presencia de fenol y yodo (Azoulay et al., 2001).

El flavor a moho y tierra en agua de bebida está a menudo relacionado con el uso de agua superficial. Esos sabores están a menudo causados por la presencia de terpenoides de geosmina y del 2-metilisoborneol (MIB), productos producidos principalmente bajo condiciones de fotosíntesis por la cianobacterias, actinomicetes, hongos y mixobacteria. La reducción de los sulfatos en aguas superficiales da olor a huevo podrido debido a la formación de sulfuro de hidrógeno. Ese problema de flavor se elimina en aguas envasadas por desgasificación y ozonización. Los contaminantes potenciales orgánicos antropogénicos (pesticidas, compuestos fenólicos y anisólicos) no suelen causar problemas de flavor en las aguas envasadas (Azoulay et al., 2001).

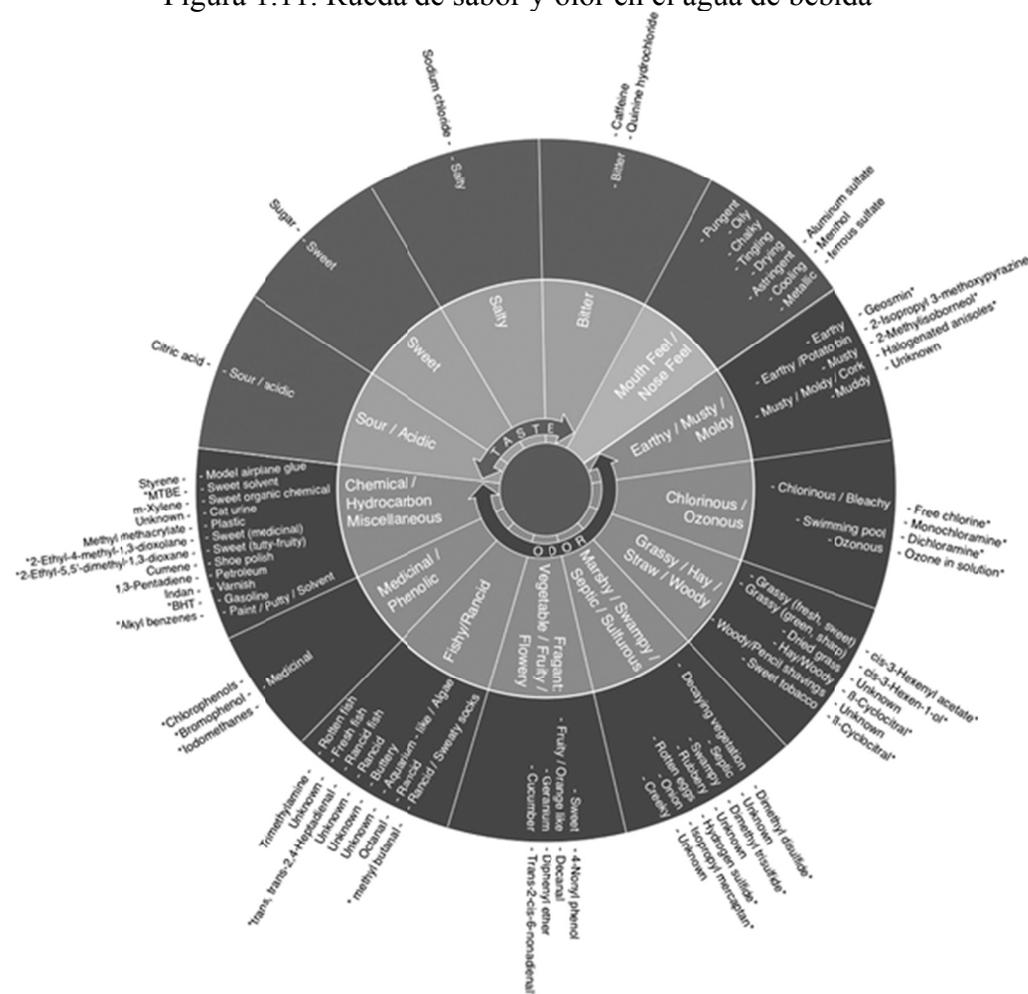
5.8 DESCRIPTORES EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL AGUA

En un estudio realizado por Teillet et al., 2010, el análisis sensorial del agua se ha llevado a cabo mediante una evaluación semi-cuantitativa con una metodología derivada de un análisis cuantitativo-descriptivo adaptado a las muestras de agua y utilizando "la rueda de sabor y olor del agua de bebida". Los tratamientos estadísticos aplicados sobre los resultados han mostrado que hay 6 descriptores significantes en el agua embotellada y son: astringente, metálico, posgusto metálico, amargo, fresco y salado y se ha observado que hay 3 sabores que influyen en la composición mineral del agua; amargo y metálico para aguas de baja mineralización, neutro y fresco en el caso de una mineralización media y salado para las aguas con mineralización alta (Teillet et al., 2010).

La rueda de sabor y olor ha sido desarrollada en mediados de los años 80, basándose en los conocimientos de los problemas de flavor en el agua de grifo.

Se trata de una presentación esquemática de todos los problemas de flavor conocidos para el agua de bebida y sirve para dar un vocabulario común para el panel de cata y la industria de agua. Esta provista de 8 categorías de olor, 4 categorías de sabor básico y una categoría de sensaciones en boca y sensaciones en nariz, dentro de la cual se incluyen los sabores comunes. También se presentan los componentes químicos que han sido identificados como causantes del problema de sabor y olor (Marcussen et al., 2013).

Figura 1.11. Rueda de sabor y olor en el agua de bebida



Fuente: Marcussen et al., 2013

En la figura 1.11, La rueda de sabor y olor de agua de bebida representa dentro del círculo interior las categorías sabor, sensación en boca y sensación en nariz, mientras la zona exterior contempla los sabores comunes y olores detectados en el agua de bebida por el panel de análisis sensorial.

Hasta la actualidad, no se conoce una rueda de sabor y olor específica para las aguas minerales (Rey-Salgueiro et al., 2013).

6. LEGISLACIÓN APLICADA AL AGUA DE BEBIDA

6.1 NORMATIVA MARROQUÍ

Durante el protectorado francés en Marruecos y desde 1912, la distribución de agua y su higienización en las grandes ciudades había sido confiada a un operador privado (Sociedad Marroquí de Distribución de Agua, Gas y Electricidad o SMD) perteneciente al Grupo Lionés de Aguas. En 1914, se crea el Dahir (Real Decreto emitido por el rey) de 1 de Julio de 1914, sobre el sector público en la zona de protectorado francés del imperio. Este Real Decreto completado por el Dahir de 1919 y 1925, engloba todas las aguas, cual sea su forma, en el dominio público hidráulico.

Después de la independencia en 1956, la distribución del agua ha sido municipalizada y por lo tanto confiada a gestores municipales.

En 1972, Se creó l'Office National de l'Eau Potable (ONEP), organismo público con carácter industrial y comercial, dotado de autonomía financiera y cuyas misiones consisten en planificar y abastecer en agua potable el territorio marroquí, estudiar, realizar y gestionar aducciones de agua potable, gestionar la distribución de agua potable y de la higienización en los municipios que lo demandan, garantizar asistencia técnica en la materia de

vigilancia de la calidad del agua, controlar la calidad de aguas y proteger las fuentes de agua susceptibles de ser utilizadas para la alimentación humana (ONEP, 2016).

En 1995, se vota la nueva ley de agua (Ley 10/95) que fue precursora de las medidas encaminadas hacia la mejora de la eficacia de los usos de agua, la mejora de los subsidios de los recursos y la protección de la calidad del agua a través de la aplicación del principio: Contaminante-Pagador.

Esa ley habla entre otros aspectos de la protección de la salud del hombre por la reglamentación de la explotación, distribución y venta de aguas de uso alimentario y define agua de uso alimentario al agua destinada directamente a la bebida y a las aguas destinadas a la preparación, acondicionamiento o conservación de alimentos destinados al público. Los dos tipos de agua deben ser potables y deben de cumplir las normas de calidad. Igualmente, la ley trata la vigilancia de la calidad que se debe de asegurar de forma permanente por el productor y distribuidor y para ese fin, el agua debe de ser analizada por un laboratorio especializado y homologado.

En 1988, sale el Decreto nº 2-97-787 relativo a las normas de calidad de las aguas y al inventario del grado de contaminación de las aguas. Dicha normativa se refiere a la ley de agua 10-95 y habla de que las normas de calidad cuyos requisitos un agua debe de cumplir depende del uso que se va a hacer con ese agua. También habla de fijar las normas de calidad del agua y de definir los procesos y modos operatorios de ensayos, muestreo y análisis, así como las características fisicoquímicas, biológicas y microbiológicas de las aguas alimentarias (destinadas directamente a la bebida o a la preparación, al acondicionamiento o a la conservación de los productos alimentarios destinados al público), de las aguas destinadas a la producción de agua potable y agua destinada al riego entre otros.

La Orden n° 1277-01 del 17 de octubre de 2002, fija las normas de calidad de las aguas superficiales utilizadas para la producción de agua potable. Esa normativa divide las aguas superficiales en tres categorías, A1, A2 y A3, según el procedimiento aplicado en su tratamiento con el fin de que pueda ser utilizada para la producción de agua potable. A cada categoría se le especifica además de los tratamientos oportunos, los valores paramétricos organolépticos, fisicoquímicos y bacteriológicos

El Decreto n° 2-05-1326 del 25 de Julio de 2006, relativo a las aguas de uso alimentario, establece que los gestores, explotadores y propietarios de las instalaciones de producción o distribución de agua potable deben de tomar las medidas necesarios de acuerdo en todo momento con las normas fijadas, medidas que se toman en caso de incidencias que pueden afectar la calidad del agua. También explica los trámites a seguir para autorizar el tratamiento del agua de uso alimentario. Además, se refiere a la vigilancia de su calidad por los gestores, explotadores y propietarios, la cual se debe de hacer según las normas fijadas.

Actualmente, las normas de calidad para el agua potable están establecidas por ONEP, el ministerio de sanidad y el ministerio de interior y son:

- La norma NM.03.7.001: “calidad de las aguas para alimentación humana”.
- La norma NM.03.7.002: “control y vigilancia del agua en las redes de abastecimiento público”.

La norma NM.03.7.001 empieza a aplicarse en 1991 y su versión actual es de 2006, en la cual se han tenido en cuenta a la hora de su elaboración:

- Las Directivas de Calidad para el agua de bebida de la OMS (1993).

- La Directiva Europea 98/3 CE del 03/11/1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas a la bebida.
- El Decreto francés n° 2001-1220 del 20/12/01.
- La Orden n° 1277-01 del 17/10/02 relativa a la fijación de las normas de calidad de las aguas superficiales utilizadas para la producción de agua potable.
- La norma define las aguas de alimentación humana como toda agua destinada a la bebida independientemente del modo de producción y distribución, así como las aguas utilizadas para la preparación, acondicionamiento o conservación de los alimentos destinados al público.

El campo de aplicación es todas las aguas que en estado natural o después de tratamiento, están destinadas a la bebida, a cocinar, a la preparación de alimentos o a otro uso doméstico, independientemente de si están abastecidas a través de una red de distribución, desde un camión cisterna o de un barco cisterna, botellas o contenedores incluyendo las aguas de fuente. También se aplica a todas las aguas utilizadas en los establecimientos alimentarios para la fabricación, la transformación a conservación o la comercialización de los productos o sustancias destinados al consumo humano, que pueden afectar la salubridad de los productos alimentarios finales, incluyendo hielo alimentario de origen hídrico. Esa norma establece además los requisitos de calidad, los valores admisibles y recomendados y los métodos analíticos de referencia.

La norma NM.03.7.002 “Control y Vigilancia del agua en las redes de abastecimiento público” se publicó por primera vez en 1990 y la versión en vigor data del año 2011 y define los controles y la vigilancia de calidad de agua y fija la frecuencia de muestreo y los tipos de análisis necesarios para ese fin.

Se refiere a la norma NM.03.7.001 entre otras normas y especifica tres tipos de análisis (1, 2 y 3), además de referirse a la inspección sanitaria y establece la diferencia entre control y vigilancia, definiendo Control como la evaluación y supervisión vigilante y continua de la salubridad y Vigilancia como el autocontrol efectuado por los productores y/o distribuidores.

En el caso de las aguas envasadas en general y de las aguas minerales envasadas en especial, se aplican en Marruecos las dos NM previamente mencionadas en el presente capítulo, así como las normas del Codex Alimentarius. Se trata de la norma Codex Standard 108-1981 en el caso de las aguas minerales naturales envasadas y la norma general para las aguas envasadas, distintas de las Aguas Minerales Naturales, Codex Standard 227-2001).

La norma Codex para las aguas minerales naturales (Codex Standard 108-1981), se aplica a todas las aguas minerales naturales envasadas que se ofrecen a la venta como alimento, excepto a las aguas minerales naturales que se venden o utilizan para otros fines.

Define de agua mineral natural y dentro del agua mineral, el agua mineral natural carbonatada naturalmente, el agua mineral natural no carbonatada, el agua mineral natural descarbonatada, el agua mineral natural enriquecida con dióxido de carbono de la fuente y el agua mineral natural carbonatada. Considera aspectos como son la autorización, tratamiento y manipulación y límites de determinadas sustancias en relación con la salud. También se refiere a la higiene, los códigos de prácticas del Codex desde la captación hasta el envasado, mencionando los requisitos microbiológicos y explica como tiene que ir el envasado de cerrado y hermético, así como cuales los son las menciones obligatorias en el etiquetado.

Esta norma advierte sobre el uso de declaraciones de efectos beneficiosos que puedan llevar a engaño del consumidor y sobre el uso de alguna indicación o imagen que pueda resultar confusa o engañosa para el consumidor.

También se refiere a los métodos de análisis y muestreo, según los textos del Codex

La norma Codex Standard 227-2001, como se ha mencionado previamente, se aplica a las aguas para beber distintas de las aguas minerales naturales y define las aguas envasadas distintas de las aguas minerales naturales y las separa en Aguas definidas según su origen y en Aguas preparadas. Se refiere a las menciones que tienen que aparecer en el etiquetado y a los tratamientos y modificaciones permitidas. También determina la calidad química y radiológica en esas aguas. Respecto a la higiene, un código de prácticas es de obligada aplicación en todo el proceso desde la captación hasta el envasado y se debe de aprobar e inspeccionar inicialmente la fuente para las aguas definidas según su origen. También se refiere a los métodos de análisis y muestreo, según los textos del Codex.

6.2 NORMATIVA ESPAÑOLA

La primera Ley de Aguas del 3 de Agosto de 1866, ha tratado de resolver el abastecimiento del agua a las población y fue sustituida por la Ley de Aguas de 13 de Junio de 1879, que regula la propiedad de las aguas subterráneas entre otros aspectos y marca una medida protectora de la calidad de las aguas por primera vez, mencionando que la Administración se limitará a ejercer sobre las aguas de dominio privado (dentro de éstas entran las

subterráneas) la vigilancia necesaria para que no puedan afectar a la salubridad pública ni a la seguridad de las personas y bienes.

El Decreto 23 de Agosto de 1934, establece que los alumbramientos de aguas subterráneas deberán inscribirse en un Registro regional y que se debe de reflejar en dicha inscripción datos sobre el emplazamiento, caudal, temperatura y análisis de las aguas.

Inicialmente, la norma que regulaba la calidad y distribución del agua potable fue el código alimentario español de 1964, hasta la entrada en vigor de la Reglamentación Técnico Sanitaria de agua potable 1423/1982, del 06 de junio de 1982.

Se empieza a hablar de las normas de calidad en el Real Decreto 1423/1982 de 18 de Junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de las aguas potables de consumo público, desarrollado por la Orden de 27 de Julio de 1983 sobre métodos oficiales de análisis microbiológicos de las aguas potables de consumo público. Dicha reglamentación técnico sanitaria señala las características fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas, componentes no deseables, tóxicos y radiactividad y se aplica tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas.

El Real Decreto 1423/1982 fue derogado por el RD 1138/1990 del 14 de septiembre de 1990, basándose en la directiva europea 80/778/CE.

Desde la incorporación de España a la comunidad europea en 1986, ha ido adaptando la legislación nacional a las disposiciones europeas de obligado cumplimiento.

Con ese fin, la Directiva 75/440/CEE que define la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros, establece los valores paramétricos que definen la calidad de las aguas superficiales destinadas a producir agua potable y los tratamientos a que deberán ser sometidas, subdividiendo las aguas superficiales en tres grupos de valores límite, A1, A2 y A3, que a su vez se relacionan con las tres categorías de tratamiento, ha sido transpuesta a la normativa española por la Orden Ministerial O.M. 11-05-88 sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable.

Otra adaptación de la legislación española a la europea consiste en transponerla Directiva 79/869/CEE que define los métodos de medición y la frecuencia de muestreos y análisis de las aguas superficiales destinada a la producción de agua potable, a la normativa española por la Orden Ministerial del 08-02-88.

El Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprobaba la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de las aguas potables de consumo público incorporó en el ordenamiento jurídico español la Directiva comunitaria 80/778/CEE de 15 de julio, sobre calidad de agua destinada al consumo humano.

La Decisión 92/446/CEE fue modificada por la Decisión 95/337/CEE establece que los estados miembros deben remitir a la Comisión Europea sobre el cumplimiento de las diversas Directivas relacionadas con la calidad de las aguas y, entre ellas, las citadas anteriormente.

La Directiva 98/83/CEE, de 3 de noviembre de 1998, vino a sustituir a la Directiva 80/778/CEE, adaptándola al progreso científico y técnico y justifica su existencia en la importancia para la salud humana de la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, que hace necesario el establecimiento de unas normas de calidad básicas. Estas normas están basadas entre otros en las recomendaciones de la OMS, así como en el dictamen del Comité científico consultivo de la Comisión para el estudio de la toxicidad y la ecotoxicidad de los compuestos químicos.

Esta directiva no se aplica a las aguas minerales naturales, ni a aquellas que se consideren productos medicinales, que se rigen por distinta legislación. Se sustituyen los valores guía que la CE proponía en su anterior directiva por unos valores mínimos para aquellos parámetros de mayor relevancia, según los conocimientos científicos actuales. La incorporación de esa directiva al derecho interno se realiza mediante el Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, actualmente modificado por SCO/778/2009, de 17 de marzo, sobre métodos alternativos para el análisis microbiológico del agua de consumo humano.

Según el RD 140/2003 se define el agua de consumo como:

- Todas aquellas aguas ya sea en su estado original ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados.
- Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos

o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos.

Su objeto es establecer los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de consumo humano y las condiciones que deben de cumplir 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 el caso de las aguas minerales envasadas, la legislación española sobre las aguas minerales, aparece por primera vez con el Reglamento de Baños y Aguas Mineromedicinales de 28 de marzo de 1817, modificado por los Reglamentos de 1834, 1874 y, más adelante, por el Estatuto de 1928 sobre Explotación de Manantiales de Aguas Mineromedicinales (Fernández-Sánchez, 2001).

Las aguas minerales envasadas para consumo se legisla por primera vez, a nivel de decreto, gracias al Código Alimentario Español, aprobado por Decreto 2484/1967 de 21 de septiembre y desarrollada en las Reglamentaciones Técnico-Sanitarias de 1981 y 1991 para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. Dichas normas son de carácter básicamente sanitario. Después se aprobó una norma por el R.D. 1164/1991 de 22 de julio, que tiene en cuenta el aspecto hidrogeológico, debido a la trasposición de la Directiva 80/777/CEE, lo que ha obligado a introducir en la legislación estatal una exigencia expresa de estudios geológicos e hidrológicos para el reconocimiento de la condición de agua mineral y el establecimiento de medidas protectoras (Fernández-Sánchez, 2001).

El Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, vino a regular el proceso de elaboración, circulación y comercio de las aguas de bebida envasadas, incluyendo tanto las minerales naturales y de manantial como otras aguas envasadas. Posteriormente, se ha separado la regulación de las aguas minerales naturales y aguas de manantial por un lado y de las aguas preparadas por otro, en dos normas independientes. Así, se ha derogado dicha normativa y se ha sustituido por las disposiciones actualmente en vigor y se trata del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano y el Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano.

El Real Decreto 1798/2010 y Real Decreto 1799/2010 permiten distinguir claramente entre:

- Aguas minerales naturales: aquellas microbiológicamente sanas que tengan su origen en un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial o puedan ser captadas artificialmente mediante sondeo, pozo, zanja o galería, o bien, la combinación de cualquiera de ellos.
- Dichas aguas se distinguen de las demás por su naturaleza (contenido en minerales, oligoelementos, otros componentes y, en ocasiones, por determinados efectos), por su constancia química, por su pureza original, además de cumplir las características y requisitos especificados en el RD 1798/2010.
- Aguas de manantial: son las de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, con las características naturales de pureza que se conservan intactas y que permiten su consumo.

En ese caso, las aguas deberán cumplir también las características y requisitos especificados en el RD1798/2010.

- Aguas preparadas: Las aguas distintas a las aguas minerales naturales y de manantial, que pueden tener cualquier tipo de procedencia y se someten a los tratamientos fisicoquímicos autorizados necesarios para que reúnan las características de potabilidad establecidas en el RD 1799/2010. Estas aguas incluyen:
 1. Potables preparadas: Aquellas que pueden tener cualquier tipo de procedencia, subterránea o superficial y que han sido sometidas a tratamiento para que sean potables. Todas estas aguas perderían así, si la tuviesen, la calificación de agua de manantial o agua mineral natural, pasando a denominarse aguas potables preparadas.
 2. De abastecimiento *público preparadas*: En el supuesto de tener dicha procedencia.
 3. Aguas de consumo público envasadas: aquellas distribuidas mediante red de abastecimiento público y las procedentes de este origen, envasadas conforme a la normativa que regula los materiales en contacto con alimentos, de forma coyuntural para su distribución domiciliar y gratuita, con el único objeto de suplir ausencias o insuficiencias accidentales de la red pública, que deben cumplir el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de las aguas de consumo humano.

El Real Decreto 1798/2010 no incorpora ninguna nueva directiva comunitaria al ordenamiento español, sino que viene a separar en dos normas independientes la regulación de las aguas minerales naturales y aguas de manantial, por un lado y de las aguas preparadas por otro, teniendo en cuenta que anteriormente el Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, regulaba el proceso de elaboración, circulación y comercio de todas las aguas de bebida

envasadas. Dichas aguas están sometidas también a la legislación en materia de higiene de los alimentos y de materiales en contacto con los alimentos, reflejada, respectivamente, en el Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. La Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas permanece vigente y se aplica para las aguas minerales y termales, independientemente del uso al que se destinen.

En relación con los tratamientos autorizados en las aguas minerales naturales, además de lo establecido en el RD 1798/2010, de 30 de diciembre, el Reglamento 115/2010, de 9 de febrero de 2010, fija las condiciones de utilización de alúmina activada para la eliminación de los fluoruros en las aguas minerales naturales y en las aguas de manantial y la Directiva 2003/40/CE, de 16 de mayo de 2003, por la que se fija la lista, los límites de concentración y las indicaciones de etiquetado para los componentes de las aguas minerales naturales, así como las condiciones de utilización del aire enriquecido con ozono para el tratamiento de las aguas minerales naturales y de las aguas de manantial, normativa que se tendrá en cuenta en el etiquetado, igual que el RD 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios y el Reglamento (CE) nº 1169/2011 de información alimentaria al consumidor, en cuyo caso las aguas minerales naturales no tienen que cumplir con los requisitos del etiquetado nutricional establecidos en dicho Reglamento.

Dentro del ámbito de la seguridad alimentaria, cuya legislación está ampliamente armonizada en la UE y es aplicable de forma horizontal a todos los productos alimenticios, el agua mineral natural (envasada) es de los pocos alimentos que todavía conserva un marco legal específico de aplicación, concretamente la Directiva 2009/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo,

de 18 de junio de 2009, sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales, incluye al agua de manantial en su ámbito. El tercer tipo de aguas envasadas comercializadas en España, las aguas potables preparadas, no están reguladas a nivel europeo y cada país ha desarrollado su propia legislación al respecto (AECOSAN, 2016c)

Respecto a la legislación sobre el material de envasado, se aplica el Reglamento (CE) nº 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos, el Reglamento (UE) Nº 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con los alimentos (modificado). Y a nivel estatal se aplican el Real Decreto 846/2011, de 17 de junio, por el que se establecen las condiciones que deben cumplir las materias primas a base de materiales poliméricos reciclados para su utilización en materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos, modificado por el Real Decreto 517/2013, de 5 de julio y el Real Decreto 847/2011, de 17 de junio, por el que se establece la lista positiva de sustancias permitidas para la fabricación de materiales poliméricos destinados a entrar en contacto con los alimentos (AECOSAN, 2016a).

En la industria alimentaria, se deben de cumplir una serie de requisitos de higiene alimentaria en todas las etapas del proceso con el fin de evitar contaminaciones y será de aplicación lo establecido en el Reglamento (CE) n.º 178/2002, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria (modificado) y el Reglamento (CE) nº 852/2004, de 29 de abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios. La industria que se dedica a la extracción de las aguas minerales naturales y las aguas de manantial en el territorio nacional debe de estar inscrita en el Registro General Sanitario

de Empresas Alimentarias y Alimentos, cumpliendo el Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos. En dicha normativa, viene detallado el procedimiento de inscripción, modificación y cancelación registral de cualquier empresa alimentaria(AECOSAN, 2016a).

6.3 NORMAS INTERNACIONALES

La norma general para las aguas potables envasadas, distintas de las Aguas Minerales Naturales (Codex Standard 227-2001), se aplica a las aguas para beber distintas de las aguas minerales naturales, define las aguas envasadas distintas de las aguas minerales naturales y las separa en Aguas definidas según su origen y en Aguas preparadas. Se refiere a las menciones que tienen que aparecer en el etiquetado y a los tratamientos y modificaciones permitidas. También determina la calidad química y radiológica en esas aguas. Respecto a la higiene, un código de prácticas es de obligada aplicación en todo el proceso desde la captación hasta el envasado y se debe de aprobar e inspeccionar inicialmente la fuente para las aguas definidas según su origen. También se refiere a los métodos de análisis y muestreo, según los textos del Codex.

La norma del Codex para las aguas minerales naturales (Codex Standard 108-1981), se aplica a todas las aguas minerales naturales envasadas que se ofrecen a la venta como alimento, excepto a las aguas minerales naturales que se venden o utilizan para otros fines.

Define de agua mineral natural y dentro del agua mineral, el agua mineral natural carbonatada naturalmente, el agua mineral natural no carbonatada, el agua mineral natural descarbonatada, el agua mineral natural enriquecida con dióxido de carbono de la fuente y el agua mineral natural carbonatada.

Considera aspectos como son la autorización, tratamiento y manipulación y límites de determinadas sustancias en relación con la salud. También se refiere a la higiene, los códigos de prácticas del Codex desde la captación hasta el envasado, mencionando los requisitos microbiológicos y explica como tiene que ir el envasado de cerrado y hermético, así como cuales los son las menciones obligatorias en el etiquetado. Esta norma advierte sobre el uso de declaraciones de efectos beneficiosos que puedan llevar a engaño del consumidor y sobre el uso de alguna indicación o imagen que pueda resultar confusa o engañosa para el consumidor. También se refiere a los métodos de análisis y muestreo, según los textos del Codex.

6.4 COMPARACIÓN ENTRE LOS NIVELES PARAMÉTRICOS Y NIVELES MÁXIMOS ADMISIBLES, EN LAS AGUAS DE BEBIDA EN ESPAÑA Y MARRUECOS.

En España, el RD 140/2003 de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, modificado por SCO/778/2009, de 17 de marzo, sobre métodos alternativos para el análisis microbiológico del agua de consumo humano, establece entre otros puntos los valores paramétricos, la responsabilidad de los gestores, la frecuencia y lugares de muestreo así como el control y vigilancia de agua de consumo humano.

En el caso de Marruecos, los aspectos anteriores vienen separados en normas y normativas distintas:

La Norma NM 03-7-001 engloba los requisitos de calidad y valores paramétricos en agua de uso alimentario, mientras que la Norma NM-03-7-002 se refiere al control y vigilancia en las redes de abastecimiento público en agua y la frecuencia de muestreo y parámetros a analizar para ese fin.

El Decreto n° 2-05-1326 del 25 de Julio de 2006 contempla las obligaciones de los gestores, explotadores y propietarios de las instalaciones de producción o distribución de agua potable, también se refiere a la vigilancia de la calidad de agua y las medidas correctoras a tomar ante incidencias.

En la norma marroquí NM 03-7-001, los parámetros en agua de uso alimentario se clasifican en:

- Parámetros bacteriológicos (Punto A del Anexo I)
- Sustancias minerales tóxicas (Punto B del Anexo I)
- Sustancias orgánicas tóxicas (Punto C del Anexo I)
- Constituyentes radioactivos del agua (Punto D del Anexo I)
- Parámetros fisicoquímicos (Punto E del Anexo I)

En anexo II de esta norma, titulado Métodos analíticos de referencia, se especifica el método a aplicar en cada determinación y/o cuantificación de cada uno de los parámetros.

En la norma marroquí NM 03-7-002, se especifica la frecuencia de análisis para la vigilancia y por tanto la frecuencia de muestreo.

Ambos aspectos dependen de:

- La calidad del agua captada
- La naturaleza del tratamiento de potabilización
- Los riesgos de contaminación
- Histórico de la red de abastecimiento de agua
- La población abastecida

Además de lo anteriormente mencionado y siempre según la legislación y normas marroquíes, la clasificación se hace según si se trata de agua bruta o agua dentro de la red de distribución. En el primer caso, dependiendo de la

naturaleza del agua bruta (de origen), si es agua subterránea o superficial y según la población total abastecida, se establece la frecuencia de muestreo. En el caso del agua de la red de distribución, se tiene en cuenta la población total.

En ambos países, se especifica el tipo de análisis a llevar a cabo y son los tipos I, II y III.

En el Real Decreto 140/2003, los parámetros se clasifican en:

- Parámetros microbiológicos (Punta A del Anexo I).
- Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto (Punto B del Anexo I)
- Parámetros indicadores (Punto C del Anexo I)
- Radioactividad (Punto D del Anexo I)

En el anexo IV, se especifican los métodos de análisis de referencia únicamente para los parámetros microbiológicos y a continuación se determinan la exactitud, la precisión y el límite de detección del método de ensayo para los parámetros fisicoquímicos de los anexos B y C.

La frecuencia de muestreo se determina en el Anexo V llevando a cabo un autocontrol (análisis control o análisis completo) o control en grifo consumidor y varía según si se trata de una salida ETAP o depósito de cabecera, una salida de los depósitos de regulación y/o distribución o de una industria alimentaria. El muestreo cambia también según el volumen de agua tratada por día en el primer caso, la capacidad de depósito y del volumen de agua distribuido en el caso de la red de distribución e industria alimentaria. En el caso del control en grifo del consumidor, la frecuencia depende del número de habitantes suministrados.

Las tablas 1.3 y 1.4 recogen los parámetros y niveles paramétricos o valor máximo admisible establecidos para el agua de consumo humano o agua de uso alimentario, según si se trata de España o Marruecos respectivamente. Los parámetros están enumerados en la tabla según orden en la tabla reflejada en el Anexo I del RD 140/2003.

En la tabla 1.3 se contemplan los valores paramétricos/valores máximos admisibles en España y Marruecos para el agua de consumo humano.

Tabla 1.3 Comparación entre los requisitos de calidad de agua de consumo humano en los reinos de España y Marruecos.

PARÁMETRO	VALOR PARAMÉTRICO (ESPAÑA)	VMA (MARRUECOS)
1. Escherichia coli	0 UFC/100 ml	0UFC/100ml
2. Enterococo	0 UFC en 100 ml	0UFC/100ml
3. Clostridium perfringens (incluidas las esporas)	0 UFC en 100 ml	0UFC/100ml
4. Antimonio	5.0 µg/l	
5. Arsénico	10 µg/l	10 µg/l
6. Benceno	1.0 µg/l	1 µg/l
7. Benzo(a)pireno	0.010 µg/l	0.01 µg/l
8. Boro	1.0 mg/l	0.3 mg/l
9. Bromato:	10 µg/l	
10. Cadmio	5.0 µg/l	3 µg/l
11. Cianuro	50 µg/l	70 µg/l
12. Cobre	2.0 mg/l	2 mg/l
13. Cromo	50 µg/l	50 µg/l
14. 1,2-Dicloroetano	3.0 µg/l	
15. Fluoruro	1.5 mg/l	1.5 mg/l
16. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA) Suma de: Benzo(b)fluoranteno, Benzo(ghi)perileno Benzo(k)fluoranteno y Indeno(1,2,3cd)pireno	0.10 µg/l	0.10 µg/l
17. Mercurio	1.0 µg/l	1 µg/l
18. Microcistina	1 µg/l	
19. Níquel	20 µg/l	20 µg/l
20. Nitrato	50 mg/l	50
21. Nitritos:		
Red de distribución	0.5 mg/l	0.5 mg/l
En la salida de la ETAP/depósito	0.1 mg/l	0.1 mg/l
22. Total de plaguicidas	0.50 µg/l	0.50 µg/l
23. Plaguicida individual	0.10 µg/l	0.1 µg/l
Excepto para:		
Aldrán	0.03 µg/l	0.03 µg/l
Dieldrín	0.03 µg/l	0.03 µg/l
Heptacloro	0.03 µg/l	0.03 µg/l
Heptacloro epóxido	0.03 µg/l	0.03 µg/l
24. Plomo:	10 µg/l	10 µg/l
25. Selenio	10 µg/l	10 µg/l

Tabla 1.4 Comparación entre los requisitos de calidad de agua de consumo humano en los reinos de España y Marruecos (continúa tabla 1.3)

PARÁMETRO	VALOR PARAMÉTRICO (ESPAÑA)	VMA (MARRUECOS)
26. Trihalometanos (THMs):		
Suma de:		
Bromodiclorometano	µg/l	60 µg/l
Bromoformo	µg/l	100 µg/l
Cloroformo	µg/l	200 µg/l
Dibromoclorometano	µg/l	100 µg/l
27. Tricloroeteno + Tetraclo eteno	10 µg/l	
28. Acrilamida.	0.10 µg/l	
29. Epiclorhidrina	0.10 µg/l	
30. Cloruro de vinilo	0.50 µg/l	
31. Bacterias coliformes	0 UFC/100 ml	0UFC/100ml
32. Recuento de colonias a 22 °C		
- A la salida de ETAP	100 UFC En 1 ml	100/100ml
- En red de distribución	Sin cambios anómalos	20/100ml
33. Aluminio	200 µg/l	0.2 mg/l
34. Amonio	0.50 mg/l	0.5 mg/l
35. Carbono orgánico total	Sin cambios anómalos mg/l	
36. Cloro combinado residual	2.0 mg/l	
37. Cloro libre residual	1.0 mg/l	0.5-1 mg/l
38. Cloruro	250 mg/l	750mg/l
39. Color	15 mg/l Pt/Co	20 mg/l Pt
40. Conductividad	2.500 µS/cm ¹ a 20C	2.500 µS/cm 20C
41. Hierro	200 µg/l	0.3 mg/l
42. Manganeso	50 µg/l	0.5 mg/l
43. Olor	3 a 25 °C Í dilución	3 a 25 °C
44. Oxidabilidad	5.0 mg O ₂ /l	5.0 mg O ₂ /l
45. pH:		
Valor paramétrico mín	6.5 Unidades de pH	VAmin=6.5
Valor paramétrico máx	9.5 Unidades de pH	VAmáx=8.5
46. Sabor	3 a 25 °C índice de dilución	3 a 25 °C
47. Sodio	200 mg/l	
48. Sulfato	250 mg/l	400 mg/l
49. Turbidez:		
A la salida de ETAP y/o depósito	1 UNF	5 UNF
En red de distribución	5 UNF	1 UNF
RADIOACTIVIDAD		
50. Dosis indicativa total	0.10 mSv/año	
51. Tritio	100 Bq/l	
52. Actividad total	0.1 Bq/l	0.1 Bq/l
53. Actividad β resto	1 Bq/l	1 Bq/l

Como se ve en las tablas 1.3 y 1.4, los parámetros analíticos objeto de control, los valores paramétricos en España y los Valores Máximos Admisibles en Marruecos son en su mayoría iguales. Algunos parámetros no están contemplados en la legislación marroquí.

Las principales diferencias son las siguientes:

Respecto a los parámetros, se analiza en Marruecos *Clostridium sulfito reducto* en vez de *Cl. Perfringens*. Este último, solo se analiza cuando el agua tiene origen superficial. Otro caso es el análisis de microorganismos verificables 22°C y Microorganismos verificables 37°C en Marruecos, en vez de solo colonias a 22°C en España.

En el caso de los Valores Paramétricos y Valores Máximos Admisibles de cloruro, se permite hasta 750 mg/L en Marruecos y solo 250 mg/L en España. VP máximo de pH es 9.5, mientras el VMA es 8.5. En el caso de los sulfatos en aguas marroquíes se permiten hasta 400 mg/L, mientras solo 250 mg/L en España. Y por último, los valores de la turbidez en ETAP o depósito y en la red de distribución están invertidos.

Es importante recordar que en ambos reinos, España y Marruecos, las normativas en vigor están influida en gran medida por La Directiva Europea 98/3 CE del 03/11/1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas a la bebida, lo que implica muchas similitudes en los valores permitidos en la mayoría de los parámetros, además de otros aspectos previamente mencionados, como es la clasificación de los parámetros dentro de la legislación vigente en cada país.

Tabla 1.5 Clasificación de los parámetros en agua de consumo humano según legislación vigente en España y Marruecos y equivalencia entre ambas.

ESPAÑA RD 140/2003	MARRUECOS NM-03-7-001
Parámetros microbiológicos (Punto A del Anexo I)	Parámetros bacteriológicos (Punto A del Anexo I)
Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto (Punto B del Anexo I)	Sustancias minerales tóxicas (Punto B del Anexo I) Parámetros fisicoquímicos (Punto E del Anexo I)
Parámetros Indicadores (Punto C del Anexo I)	Sustancias orgánicas tóxicas (Punto C del Anexo I)
Radioactividad (Punto D del Anexo I)	Constituyentes radioactivos del agua (Punto D del Anexo I)

En la tabla 1.5 se observa una equivalencia entre los puntos tratados en los anexos de la normativa española y la norma marroquí, tratando prácticamente los mismos parámetros microbiológicos, químicos, indicadores o tóxicos y radioactivos, en ambas.

Los parámetros de calidad exigidas en las aguas minerales natural envasada en España son:

Tabla 1.6. Parámetros microbiológicos en las aguas minerales naturales de España

Parámetro	Valor paramétrico (UFC)
Escherichia coli (E. Coli)	0/250 mL
Estreptococco fecales	0/250 mL
Pseudomonas aeruginosa	0/250 mL
Recuento de colonias a 22 °C/Incubación 72 horas	100 mL
Recuento de colonias a 37 °C/Incubación 24 horas	20 mL
Anaerobios sulfito reductores esporulados	0/50 mL

Tabla 1.7 Parámetros fisicoquímicos en las aguas minerales naturales de España

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Antimonio	5.0	µg/l
Arsénico total.	10	µg/l
Bario	1.0	mg/l
Benceno	1.0	µg/l
Benzo(a)pireno	0.010	µg/l
Cadmio	3.0	µg/l
Cromo	50	µg/l
Cobre	1.0	mg/l
Cianuro	70	µg/l
Fluoruro.	5.0	mg/l
Plomo	10	µg/l
Manganeso	0.5	mg/l
Mercurio	1.0	µg/l
Níquel	20	µg/l
Nitrato	50	mg/l
Nitrito	0.1	mg/l
Selenio	10	µg/l
Plaguicidas	0.10	µg/l
Total plaguicidas	0.50	µg/l
Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos	0.10	µg/l

Tabla 1.8 Parámetros indicadores en las aguas minerales naturales de España

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Aluminio.	200	µg/l.
Amonio.	0,50	mg/l.
Cloruro.	250	mg/l.
Color.	Aceptable para los consumidores y sin cambios anómalos	
Conductividad.	2.500.	µS cm ⁻¹ a20 °C.
Concentración en iones hidrógeno.	≥ 4.5 y ≤ 9.5	Unidades de pH.
Hierro.	200	µg/l.
Manganeso.	0.05	mg/l.
Olor.	Aceptable para los consumidores y sin cambios anómalos	
Sulfato.	250	mg/l.
Sodio.	200	mg/l.
Sabor.	Aceptable para los consumidores y sin cambios anómalos	
Turbidez.	Aceptable para los consumidores y sin cambios anómalos	
Oxidabilidad.	5	mg/l O ₂ .
Bacterias coliformes totales.	0	Nº/250 ml.

Tabla 1.9 Radioactividad en las aguas minerales naturales de España

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Dosis indicativa total. .	0.10	mSv/año.
Tritio .	100	Bq/l.

Respecto a las aguas minerales envasadas en Marruecos, además de aplicar la norma marroquí NM 03-7-001 y el Decreto nº 2-05-1326 del 25 de Julio de 2006, relativo a las aguas de uso alimentario, se aplican las normas del Codex.

Resulta que los parámetros y niveles paramétricos objeto de controlen las aguas minerales envasadas en España y Marruecos son iguales o al menos

similares, sabiendo que la legislación de ambos países está basada en gran parte en las normas del Codex Alimentarius.

7. PROCESO DE ENVASADO DEL AGUA MINERAL NATURAL

El proceso de obtención y envasado de agua mineral se realiza en diferentes etapas, que influyen directamente en la calidad del agua obtenida.

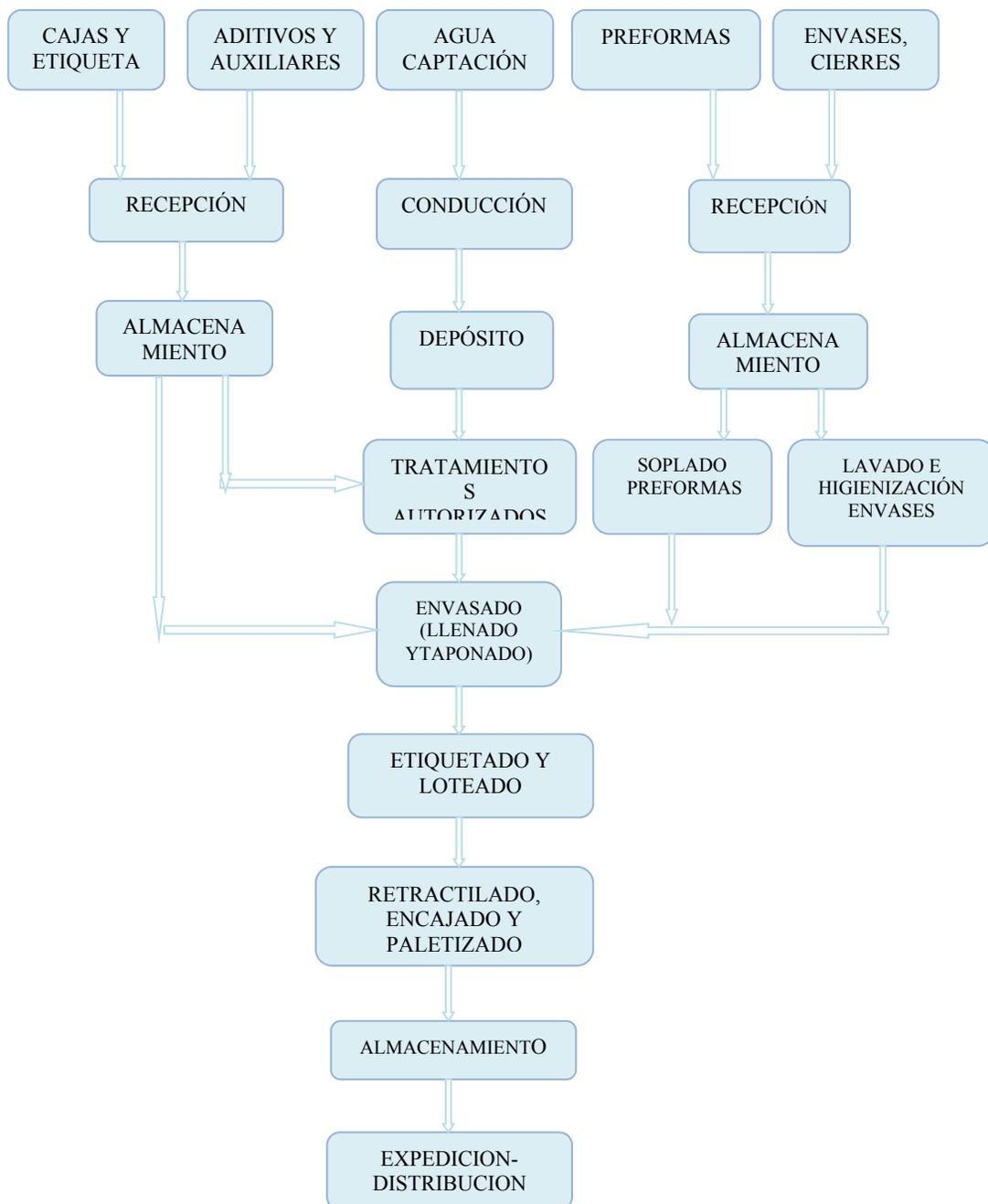
Después de formar el equipo APPCC en la empresa de producción, se procede a describir el producto, determinar la aplicación del sistema, antes de proceder a la elaboración del diagrama de flujo del proceso de producción.

Según la FAO, el diagrama de flujo es la representación sistemática de la secuencia de fases u operaciones llevadas a cabo en la producción o elaboración de un determinado producto alimenticio. El equipo de HACCP deberá cotejar el diagrama de flujo con la operación de elaboración en todas sus etapas y momentos y enmendarlo cuando proceda.

El diagrama identificará las fases desde la recepción hasta la expedición final del producto. Es necesario incluir todos los materiales utilizados.

En la figura 1.12, se muestra un esquema del proceso de obtención y envasado de agua mineral natural.

Figura 1.12. Diagrama de flujo del proceso de envasado de agua mineral natural.



Adaptado de Código de prácticas de higiene para la captación, elaboración y comercialización de las aguas minerales naturales, (CAC/RCP 33-1985).Revisado en 2011.

En la descripción de las etapas del proceso de envasado, se han tenido en cuenta en el presente trabajo las fases, desde la captación de agua hasta la expedición del producto terminado. En un plan APPCC de cualquier empresa que se dedica a esta actividad, se deben tener en cuenta todas las etapas, incluso las relacionadas con la recepción, almacenamiento y manipulación de envases y embalajes, aditivos y auxiliares, preformas, envases y cierres y cualquier otro elementos que vaya a entrar en contacto con el agua.

Fase 1. Captación

Sabiendo que una agua mineral natural es aquella microbiológicamente sana que tenga su origen en un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial o puedan ser captadas artificialmente mediante sondeo, pozo, zanja o galería, o bien, la combinación de cualquiera de ellos, en el trabajo presente, consideraremos que el agua se capta por un sistema de bombeo para su posterior destinación al proceso de envasado.

Fase 2. Conducción

En esta etapa se conduce el agua hacia las instalaciones industriales destinadas a su envasado.

Fase 3. Almacenamiento en depósito

En esta fase se procede al almacenamiento temporal del agua extraída de la zona de captación, antes de proceder a la realización del proceso industrial de envasado.

Fase 4. Tratamientos autorizados

Esta fase comprende las manipulaciones permitidas en el proceso industrial del agua envasada como son la oxigenación, la decantación y/o filtración para la separación de elementos naturales inestables (hierro, azufre,

etc.), siempre que no modifiquen la composición de aquellos constituyentes del agua que le confieren sus propiedades esenciales. Otros tratamientos son la eliminación total o parcial del anhídrido carbónico, así como también su adición, siempre que proceda del mismo acuífero o que sea de origen artificial y cumpliendo los criterios de pureza establecidos por el Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre.

Fase 5. Envasado

Proceso industrial automático que tiene como finalidad proteger el agua en un continente adecuado, con la finalidad de que llegue al consumidor en las mismas condiciones de calidad del agua en el punto de captación.

El agua envasada solo puede variar del agua en el punto de captación en lo que se refiere a los tratamientos autorizados sufridos durante el proceso.

El proceso de envasado incluye el llenado y el taponado.

Fase 6. Etiquetado y loteado

En la etiqueta figurará la marca, la empresa a la que pertenece, la fecha de consumo preferente, las características químicas del agua, el número de Registro General Sanitario de Empresas Alimentaria y Alimentos (NRGSEAA) del fabricante, las condiciones de conservación, además de otras menciones obligatorias y otras opcionales.

Además del etiquetado, se codifican los envases mediante una proyección de tinta negra sobre el envase y la cual no afecta la calidad higiénico-sanitaria del producto.

Fase 7. Retractilado, embalado y paletizado.

Una vez etiquetados y codificados los envases, estos últimos se agrupan y se retractilan con plástico antes de agruparlos para su encajado y posterior paletizado.

Fase 8. Almacenamiento

Se trata de una etapa durante la cual se alberga el producto acabado en un almacén adecuado, a la espera de su expedición.

Fase 8. Fase de expedición-distribución del producto

Esta fase corresponde a la expedición del producto desde su almacenamiento hasta la llegada al punto de venta.

8. APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN EL PROCESOS DE ENVASADO DE AGUA MINERAL NATURAL

8.1 PRINCIPIOS DEL SISTEMA APPCC Y SU APLICACIÓN

El reglamento (CE) nº 852/2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios, establece que las empresas alimentarias deben cumplir un conjunto de aspectos obligatorios dentro de los cuales se encuentra el requisito de elaborar, aplicar y mantener un procedimiento permanente basado en los principios del sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC o HACCP).

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de control (APPCC), es un método reconocido internacionalmente para garantizar la seguridad e inocuidad de los Alimentos. El sistema permite la identificación, la valoración y mantener bajo control los peligros microbiológicos, químicos y físicos, con el fin de garantizar que los alimentos durante los procesos de

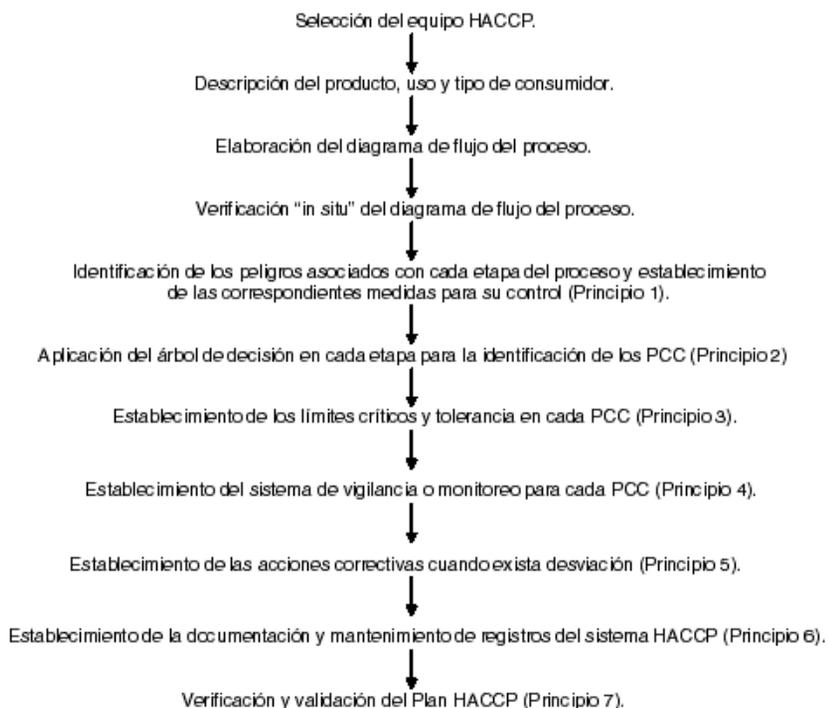
producción, procesado, preparación, envasado, transporte, distribución, venta y suministro al consumidor sean seguros e inocuos en el momento de su consumo.

Según la FAO, el HACCP consiste en los siete principios siguientes:

- PRINCIPIO 1: Realizar un análisis de peligros.
- PRINCIPIO 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC).
- PRINCIPIO 3: Establecer un límite o límites críticos.
- PRINCIPIO 4: Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
- PRINCIPIO 5: Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
- PRINCIPIO 6: Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de HACCP funciona eficazmente.
- PRINCIPIO 7: Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

La aplicación de los principios del sistema de HACCP consta de las operaciones que se identifican en una secuencia lógica según el diagrama en la figura 1.13.

Figura 1.13 Secuencia lógica para la aplicación del sistema de HACCP



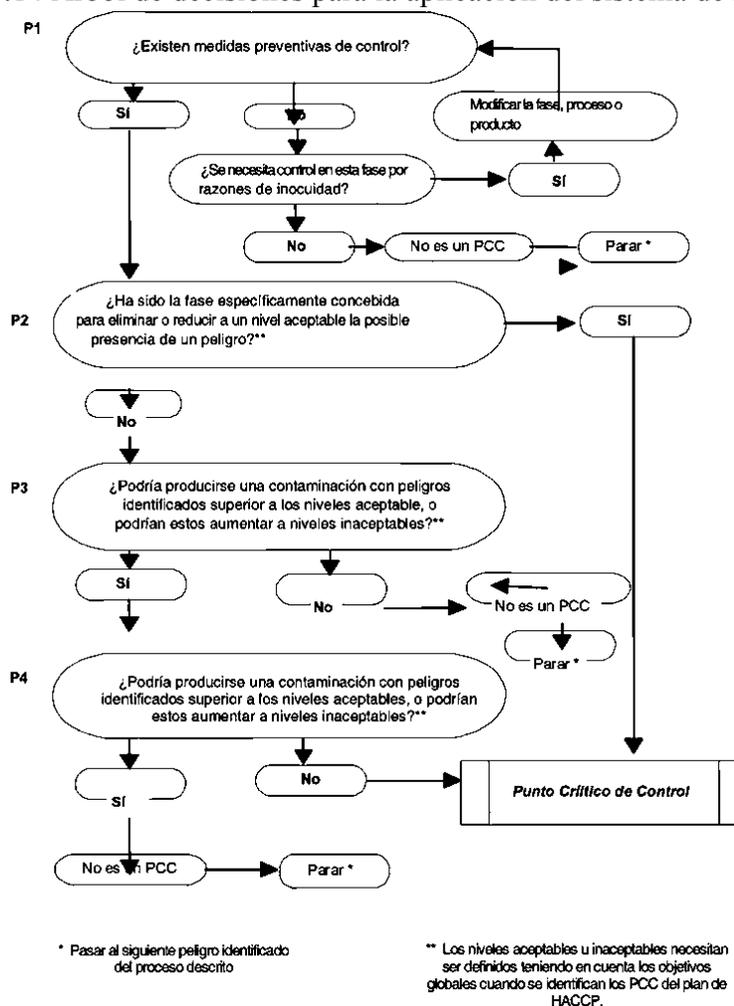
Fuente: adaptado de (FAO, 1997)

8.2 ÁRBOL DE DECISIONES

Se trata de una secuencia ordenada de preguntas, que se aplican a cada peligro de cada etapa del proceso, con el fin de determinar qué etapa es PCC para dicho peligro.

Dicho árbol permitirá determinar los puntos, procedimientos, fases o pasos, que pueden ser controlados para que un peligro pueda ser eliminado o que se reduzca la probabilidad de su presentación.

Figura 1.14 Árbol de decisiones para la aplicación del sistema de HACCP.



Fuente:(FAO, 1997)

Para su utilización correcta, el árbol de decisiones debe aplicarse en cada una de las etapas del proceso de producción, para cada uno de los peligros identificados y teniendo en cuenta las medidas preventivas correspondientes.

8.3 PARÁMETROS DE CALIDAD Y AUTOCONTROL

Según establecido en el Anexo I del RD 1798/2010, las características exigidas a las aguas minerales naturales se dividen en características generales y características específicas.

8.3.1 - Características generales

Aguas minerales naturales es microbiológicamente sanas cuyo origen proviene de un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial o puedan ser captadas artificialmente mediante sondeo, pozo, zanja o galería, o por la combinación de cualquiera de ellos. Y se diferencia del resto de aguas de bebida ordinarias por su naturaleza, su constancia química, su pureza original, su composición constante, la temperatura y las restantes características esenciales del agua mineral natural que se deben de mantener constantes dentro de los límites debidos a las fluctuaciones naturales.

También se tiene que cumplir los requisitos de declaración y autorización fijados en el artículo 3 para este tipo de aguas, así como las condiciones de explotación y comercialización establecidas en el capítulo II de esta disposición.

8.3.2 Características específicas

a) Organolépticas:

Ausencia de anomalía en relación con el olor, sabor, color, turbidez o sedimentos.

b) Microbiológicas y parasitológicas:

1- En los puntos de alumbramiento, el contenido total de microorganismos revivificables de debe ser normal y no reflejar anomalías en la protección del manantial contra toda contaminación, teniendo en cuenta

como datos los niveles siguientes en microorganismos revivificables: ≤ 20 UFC/ml (incubación a 20-22 °C /72h y 5 UFC/ml (incubación a 37 °C/24h).

El recuento deberá efectuarse en las doce horas siguientes al envasado; durante este tiempo, el agua deberá mantenerse a una temperatura entre 4 °C y 1 °C.

2- Tras el envasado, el contenido total de microorganismos no deberá superar el contenido en el punto de alumbramiento en 100 UFC/ml después de incubación a 20-22 °C /72 h en placas de agar y en 20 UFC/ml después de incubación a 37 °C /24h en placas de agar. El recuento deberá efectuarse en las doce horas siguientes al envasado; durante este tiempo, el agua deberá mantenerse a una temperatura entre 4 °C y 1 °C.

3- Tanto en los puntos de alumbramiento como durante su comercialización un agua mineral natural deberá estar exenta de:

Parásitos y microorganismos patógenos, "Escherichia coli" y otros coliformes y de estreptococos fecales, en 250 mililitros de la muestra examinada, Anaerobios sulfito reductores esporulados, en 50 mililitros de la muestra examinada y "Pseudomonas aeruginosa", en 250 mililitros de la muestra examinada.

4- Durante la fase de comercialización, el contenido total de microorganismos revivificables solo podrá reflejar la evolución normal de su contenido en gérmenes en los puntos de alumbramiento.

c) Químicas:

Las aguas minerales naturales deberán de cumplir, al menos, las especificaciones en la tabla 1.7. (ver capítulo 6.4)

d) De pureza:

No excederán de los límites de detección las sustancias siguientes: cloro residual, compuestos fenólicos, agentes tensioactivos, difenilos clorados, aceites, grasas y cualquier otro producto no contemplado en la parte B del apartado 1 del anexo IV de la presente disposición, en cuanto sean indicadores de posible contaminación exógeno de origen no subterráneo.

8.3.3 Autocontroles

Según contemplado en RD 1798/2010, Los controles analíticos sobre las aguas minerales naturales incluirán, como mínimo las siguientes determinaciones, tal como se indica en la tabla 1.10.

Tabla 1.10 Controles analíticos mínimos (RD 1798/2010)

Frecuencia análisis	Lugar toma de muestra	Parámetros objeto análisis
DIARIO	Producto terminado	Escherichia coli, Estreptococos fecales, Pseudomonas aeruginosa, recuento colonia a 22°C Y A 37°C incubadas durante 72 y 24 horas respectivamente y anaerobios sulfitorreductores esporulados, conductividad eléctrica y pH
TRIMESTRAL	Producto terminado	Escherichia coli, Estreptococos fecales, Pseudomonas aeruginosa, recuento colonia a 22°C Y A 37°C incubadas durante 72 y 24 horas respectivamente y anaerobios sulfitorreductores esporulados, conductividad eléctrica, Ph, cationes y aniones mayoritarios, compuestos que caracterizan dicha agua, nitratos y nitritos.
Cada 5 años	Puntos de emergencia	Escherichia coli, Estreptococos fecales, Pseudomonas aeruginosa, recuento colonia a 22°C Y A 37°C incubadas durante 72 y 24 horas respectivamente y anaerobios sulfitorreductores esporulados, conductividad eléctrica, Ph, cationes y aniones mayoritarios, compuestos que caracterizan dicha agua, antimonio, arsénico total, bario, benceno, benzo(a)pireno, cadmio, cromo, cobre, cianuro, fluoruro, plomo, manganeso, mercurio, níquel, nitrato, nitrito, selenio, plaguicidas, plaguicidas totales e hidrocarburos policíclicos aromáticos.

9. ETIQUETADO DEL AGUA MINERAL ENVASADA

Se aplica al etiquetado de las aguas minerales naturales y aguas de manantial lo dispuesto en el Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios, lo dispuesto en el Real Decreto 1798/2010, del 30 de diciembre.

En los capítulos siguientes se contempla el contenido del etiquetado de agua mineral natural envasada, según contemplado en el RD 1798/2010.

9.1 DENOMINACIÓN DE VENTA:

El agua mineral natural se podría denominar:

- “Agua mineral natural naturalmente gaseosa” o «agua mineral natural carbónica natural», para aquella cuyo contenido en anhídrido carbónico, una vez envasada, sea igual al que tuviere en el o los puntos de alumbramiento. El gas añadido para sustituir, en su caso, al liberado durante el proceso de envasado deberá proceder del mismo manantial.
- “Agua mineral natural reforzada con gas del mismo manantial”, para aquella cuyo contenido en anhídrido carbónico, una vez envasada, sea superior al que tuviese en el o los puntos de alumbramiento. El gas añadido procederá del mismo manantial que el agua de que se trata.
- “Agua mineral natural con gas carbónico añadido”, para aquella a la que se haya añadido anhídrido carbónico, no proveniente del mismo manantial que el agua de que se trata.
- “Agua mineral natural totalmente desgasificada”, para aquella a la que se ha eliminado el gas carbónico libre por procedimientos exclusivamente físicos.

- "Agua mineral natural parcialmente desgasificada", para aquella a la que se ha eliminado parcialmente el gas carbónico libre por procedimientos exclusivamente físicos.

En el caso de aguas de manantial: La denominación de venta será "Agua de manantial", en forma destacada, en cuyo caso se incluirán además las menciones "Gasificada" o "Desgasificada", según proceda.

9.2 NOMBRE DEL MANANTIAL O CAPTACIÓN SUBTERRÁNEA Y LUGAR DE EXPLOTACIÓN.

En el caso de que la procedencia del agua sea nacional debe añadirse, además del término municipal y provincia en la que se encuentra ubicado el manantial o captación subterránea (RD 1798/2010).

9.3 LA COMPOSICIÓN CUANTITATIVA.

En la composición cualitativa mostrada en el etiquetado del agua mineral natural envasada se incluirá obligatoriamente la composición cuantitativa de los componentes característicos.

Tabla 1.11 Menciones del etiquetado a base del contenido en minerales

MENCIONES	CRITERIOS PARA EFECTUAR LAS MENCIONES EN BASE AL CONTENIDO
De mineralización muy débil	Hasta 50 mg/l de residuo seco.
De mineralización débil	Hasta 500 mg/l de residuo seco.
De mineralización media	Desde 500 mg/l hasta 1500 mg/l de residuo seco.
De mineralización fuerte	Más de 1500 mg/l de residuo seco
Bicarbonatada	Más de 600 mg/l de bicarbonato.
Sulfatada	Más de 200 mg/l de sulfatos.
Clorurada	Más de 200 mg/l de cloruros.
Cálcica	Más de 150 mg/l de calcio.
Magnésica	Más de 50 mg/l de magnesio.
Flúorada, o que contiene flúor	Más de 1 mg/l de flúor.
Ferruginosa, o que contiene hierro	Más de 1mg/l de flúor bivalente.
Acidulada	Más de 250 mg/l de CO2 libre.
Sódica	Más de 200 mg/l de sodio.
Indicada para dietas pobres en sodio. Puede tener efectos laxantes. Puede ser diurética. Oligometálicas o de mineralización débil	Hasta 20 mg/l de sodio.

Fuente: RD 1798/2010. Anexo III.

9.4 INFORMACIÓN SOBRE LOS TRATAMIENTOS

Debe de ir reflejada en el etiquetado la información sobre los tratamientos autorizados. Las aguas que hayan sido objeto de un tratamiento con aire enriquecido con ozono deberán llevar la indicación "agua sometida a una técnica de oxidación autorizada con aire ozonizado" y las que hayan sido sometidas a una técnica con alúmina activada la indicación "agua sometida a una técnica de adsorción autorizada" (RD 1798/2010)

9.5 CONTENIDO EN FLÚOR

Las aguas minerales naturales cuya concentración de flúor sea superior a 1,5 mg/l deberán incluir en su etiquetado la indicación "contiene más de 1,5 mg/l de flúor: no adecuada para el consumo regular de los lactantes y niños"

menores de siete años”, además de señalar el contenido final de flúor en la composición analítica de sus componentes característicos (RD 1798/2010).

9.6 DENOMINACIÓN COMERCIAL

Podrá añadirse una denominación comercial, en cuyo texto podrá figurar el nombre de una localidad, aldea o lugar, siempre y cuando dicho nombre se refiera a un agua cuyo manantial o captación subterránea sea explotado en el lugar indicado por dicha designación comercial y a condición de que ello no induzca a error sobre el lugar de explotación del manantial o captación subterránea. Las aguas que procedan de un mismo manantial o captación subterránea deberán ser comercializadas bajo una sola denominación comercial (RD 1798/2010).

9.7 INFORMACIÓN OPCIONAL

Se puede citar de forma opcional, en el caso de que el agua sea termal, la temperatura del agua en el punto de emergencia mediante la mención “temperatura en el punto de emergencia... °C” si el agua es termal y su fecha de declaración como mineral natural, minero-medicinal o de utilidad pública (RD 1798/2010)

9.8 FECHA DE CONSUMO PREFERENTE

A pesar de no tener fecha de caducidad, se recomienda consumir las aguas envasadas antes de una determinada fecha, dentro de la cual conserva sus características organolépticas (RD 1798/2010).

9.9 PESO O CANTIDAD NETA.

Según el RD 1798/2010, se trata de la cantidad de agua contenida en el envase, expresada en litros, mililitros, decilitros o centilitros.

9.10 PUNTO VERDE.

Es el símbolo que acredita la pertenencia al Sistema Integral de Gestión de Envases Ecoembalajes, aplicable a los envases de un solo uso.

9.11 RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN Y DE USO.

El agua envasada se mantiene en condiciones apropiadas de conservación, evitando altas temperaturas elevada, la humedad, la luz solar y los olores agresivos ya que pueden alterar sus características organolépticas y su composición (RD 1798/2010).

9.12 LOTE

Los diferentes dígitos del lote dan información del día y la hora de producción y de la línea de envasado (RD 1798/2010).

9.13 PUBLICIDAD

A la publicidad de las aguas minerales naturales envasadas le serán aplicables lo dispuesto en el RD 1798/2010, así como lo dispuesto en el Real Decreto 1907/1996, de 2 de agosto, sobre publicidad y promoción comercial de productos, actividades o servicios con pretendida finalidad.

10. CONSUMO DE ALIMENTOS E HIDRATACIÓN EN MARRUECOS

10.1 CARACTERÍSTICAS CULTURALES Y HÁBITOS NUTRICIONALES EN MARRUECOS

En este trabajo de investigación ocupa un lugar preponderante el estudio analítico tanto de las aguas de consumo como los hábitos alimentarios de la población de Marruecos, por este motivo consideramos de interés hacer aunque sea muy resumido un recuerdo de este país

Marruecos significa "el país del occidente" o "donde el sol se pone"; Se sitúa en el Magreb, en el norte de África, tiene costas en el océano Atlántico y el mar Mediterráneo.

El actual territorio de Marruecos ha estado poblado desde tiempos del Neolítico, por lo menos desde el año 8000 a. C., atestiguado por rasgos de la cultura capsense que es una cultura del Mesolítico desarrollada en Túnez, derivada de la ateriense. En ella se aprecia una aportación étnica del tipo racial mediterráneo. La presencia de esta cultura no está acreditada hasta el 6.800 a. C., mucho después de las últimas manifestaciones ibero-mauritanas, mientras que los últimos hallazgos están fechados hacia el 4.500 a. C, en tiempos en que Magreb era menos árida de lo que es actualmente.

Se cree que la lengua bereber apareció al mismo tiempo que la agricultura y fue adoptada por la población existente, así como los inmigrantes que la trajeron. Análisis más modernos confirman que varios de esos pueblos han contribuido genéticamente en la población actual, incluyendo, además de los principales grupos étnicos (bereberes y árabes), fenicios, sefardíes, judíos y africanos subsaharianos. En el periodo clásico Marruecos se conocía como Mauritania (no confundir con el actual país de Mauritania). La llegada de los

fenicios anunció un largo dominio en el Mediterráneo, aunque esta estratégica región formaba parte del Imperio romano, conocida como Mauritania Tingitana. En el siglo V, al caer el Imperio romano, la región fue dominada por vándalos, visigodos y, posteriormente, por el Imperio bizantino en una rápida sucesión. Durante este periodo, los territorios de las altas montañas permanecieron bajo el dominio de los habitantes bereberes. A finales del siglo VII, con la llegada del Islam, que produjo la conversión de muchos bereberes y se formaron estados como el Emirato de Nekor en el actual Rif.

El país alcanzó su mayor poderío cuando una serie de dinastías bereberes reemplazaron a los idrisíes árabes. Primero los almorávides, después los almohades, que venían a Marruecos tras gobernar gran parte del noroeste africano, así como grandes territorios de la península ibérica o al-Ándalus. En los siglos XV y XVI Portugal empezó una política expansionista en África, que en Marruecos tenía como objetivo controlar la costa y las actividades de piratería. La primera iniciativa importante fue la toma de Ceuta (1415), que ya no volvería a manos magrebíes; ésta fue seguida por Arcila y Tánger (1471), Mogador (1506), Safí (1508) y Mazagán (1513). Pese a las poderosas fortificaciones levantadas, pronto las plazas del sur tuvieron que ser progresivamente abandonadas, por los constantes ataques marroquíes.

Por su parte, tropas españolas al mando de Pedro de Estopiñán conquistaron la ciudad de Melilla en 1497, que pasó a depender del Ducado de Medina Sidonia y a partir de 1556, de la corona española. Desde 1580, cuando Felipe II fue coronado rey de Portugal, las posesiones portuguesas pasaron a integrar el imperio Español. En 1640 Portugal recobró su independencia, pero Ceuta permaneció bajo control español.

La dinastía alauí, que hasta entonces controlaba la región de Tafilaleh, consiguió unificar bajo su poder en 1666 un país en aquel momento dividido y han sido desde entonces la casa que rige Marruecos.

Marruecos fue uno de los primeros países en reconocer a los Estados Unidos como una nación independiente en el año 1777. El Tratado de Amistad Marroquí-Estadounidense es considerado como el más antiguo tratado no quebrado de los Estados Unidos. Firmado por John Adams y Thomas Jefferson, continúa vigente desde 1783. El consulado de Estados Unidos en Tánger es la primera propiedad que el gobierno estadounidense posee en el exterior. En el Siglo XXI, de acuerdo con la Constitución de Marruecos, el país es una Monarquía constitucional, con un Parlamento electo. El Rey de Marruecos tiene amplios poderes ejecutivos, con la posibilidad de disolver el gobierno y el Parlamento y dirigir las fuerzas militares, además de otros poderes. Los partidos políticos de oposición están permitidos y varios se han presentado a las elecciones en los últimos años.

Marruecos cuenta con cuatro cordilleras: el Rif, el Atlas Medio, el Gran Atlas y el Antiatlás. La montaña más alta es el Toubkal, que alcanza los 4162 metros de altitud. Entre el Rif y el Atlas Medio está el valle del Sebú. Desde Larache hasta Agadir está la llanura atlántica y entre la anterior y el Atlas Medio hay una meseta situada por encima de los 500 metros de altitud. Al sur del Antiatlás ya comienza el desierto del Sáhara.

El clima es mediterráneo en las costas y más continental en el interior, con una distribución claramente invernal de las precipitaciones (que oscilan entre 300 y 800 mm y 1000 mm en la región de Tánger-Tetuán) y unas temperaturas de enero que rondan los 12-13 °C en la costa y los 10 °C en Fez, Mequinez, Uxda y Marrakech. Las temperaturas de julio rondan los 25 °C en la

costa y lugares del interior. En las montañas las precipitaciones son más abundantes y las temperaturas más bajas. En el Sáhara el clima ya es desértico y muy árido.

Vegetación de tipo mediterráneo, escalonada en pisos altitudinales. Principales especies: encina, alcornoque, cedro, pino. El bioma dominante en Marruecos es el bosque mediterráneo, dividido en tres ecorregiones: el bosque mediterráneo norteafricano, al norte, la estepa arbustiva mediterránea, en el centro-este y el bosque seco mediterráneo y matorral suculento de acacias y erguenes, al suroeste. También están presentes el bosque montano norteafricano de coníferas, la estepa de enebros del Gran Atlas, en las montañas y la estepa del Sahara septentrional, más desértico, en el sureste.

Platos populares de Marruecos

La gastronomía de Marruecos es el conjunto de platos e ingredientes que se consumen en este país. La culinaria marroquí se puede considerar rica y diversa, debido a la interacción que ha llegado a tener con otras culturas externas. Actualmente puede considerarse como una mezcla de gastronomías procedentes de los bereberes, moriscos, Oriente Medio, Mediterráneo y Africano. La cultura indígena en Marruecos es bereber y en la actualidad continúan siendo un porcentaje importante de la población. En el año 683 Marruecos fue invadida por los árabes que continuaron hasta la península Ibérica. Esta invasión hizo que la cocina marroquí tuviera influencias del mediterráneo gracias a su intercambio con el Al-Ándalus

A continuación haremos un breve recordatorio sobre los diversos grupos de alimentos.

Verduras, hortalizas y frutas

La cocina marroquí comparte muchos elementos en común con la cocina mediterránea y por esta razón abundan las verduras, una de las verduras favoritas durante los meses de verano es la berenjena. Los ajos marroquíes son pequeños y ligeramente rosados, proporcionan un aroma distinto que aquellos que proceden de Europa y se usan con abundancia en muchos platos. Las ensaladas pueden ser de verduras cocidas, o con hojas de lechuga frescas y aliñadas. Una de las ensaladas más populares se elabora con tomates, cebollas y atún.

Entre las frutas se encuentran los cítricos, destacando los limones (forman parte de un ingrediente muy marroquí como son los limones encurtidos). Las frutas secas como los dátiles son un alimento de los pueblos nómadas y se han caracterizado más de 30 variedades.

Marruecos es uno de los grandes productores de frutas de la zona mediterránea. La cocina marroquí emplea también diversas preparaciones de aceitunas.

Cereales

Los cereales se emplean frecuentemente en forma de pan que en su gran mayoría es un pan de pita que acompaña a los platos, suele ser elaborado de forma artesanal en las casas. Uno de los más populares es el Rghaif y el batbote. En muchos hogares se sigue cocinando el pan en el horno de la casa, o en el del barrio: ferran (horno), el Khobz Ed Dar (pan de casa), el baghrir que es una especie de crêpe (elaborado con semolina, levadura y sal).

Cuscús

El cuscús forma parte de la comida típica de la gente y etnias de Marruecos, se trata de la sémola en grano cocinada al vapor. Es un alimento básico y de bajo coste que se encuentra en muchas partes de las cocinas del Magreb y que por popularidad se asocia fácilmente con la cocina de

Marruecos. Los platos con cuscús suelen estar acompañados de verduras, carne, pollo y en rara ocasión con pescado. Existen muchos platos con cuscús que poseen diferentes ingredientes, varían según las regiones.

Carne

Entre las carnes más populares en la cocina marroquí se encuentra el cordero y, en gran medida, las aves de corral; en especial el pollo y la gallina. Es menos popular la carne de vacas. La carne se suele preparar estofada. Existen carnes marinadas que se cuecen en su propia grasa, para preservarse dejándolo sumergido en ella durante mucho tiempo.

Pescados

El marisco y el pescado son más frecuentes en las zonas costeras y suele comerse cocido o frito. Existe una marinada típica marroquí denominada sharmoola que se hace con pescados y aceitunas machacadas a la que se le añade hojas de cilantro y perejil, cebollas, pimienta, jengibre y se deja reposar en zumo de limón y sal. Un plato elaborado en Fez es el 'hut bu-etob' que se hace con dátiles (de peces a lo largo del río Sebou). En algunas comunidades relacionadas con los sefardíes se elabora un cocido denominado dafina acompañado con limones confitados. Uno de los platos de pescado es el tagra.

Espicias

Las especias se emplean en la cocina marroquí de manera casi extensiva e intensiva. Mientras algunas especias son productos de importación, otros ingredientes tales como la menta, las olivas de Meknes, las naranjas y los limones de Fez proceden de los cultivos locales. Las especias más comunes en los platos marroquíes son la canela, el comino, (cúrcuma), Jengibre, Pimienta negra), pimentón, la semilla de anís, las semillas de sésamo, coriandro, azafrán) y menta. Se emplean también mezclas de especias realizadas por los

comerciantes, el número de especias es muy diverso y se menciona desde quince hasta treinta y cuatro especias, el conjunto suele ser de color rojo o amarillo (dependiendo de los componentes).

La harissa que es una pasta de pimientos picantes es muy empleada como condimento y que caracteriza por igual a todas las cocinas del Magreb y que es originaria de la cocina de Túnez, el 'toque' marroquí a este condimento en pasta es añadir unas semillas de comino y coriandro.

El cilantro se emplea tanta hierba (hojas frescas)) que proporciona un sabor ligeramente anisado, suele echarse al final de la cocción de los alimentos. Los aromas de agua, como puede ser el agua de rosas, se emplea en diversos postres. Una de las aguas aromatizadas procede de flores del naranjo (el agua de azahar).

Lácteos

Existen algunos productos lácteos típicos de marruecos, entre ellos se encuentra el zebda (lácteo) zebda (mantequilla fresca) que transliterada es Zibdah posee un sabor extremadamente pungente. No debe ser confundido con el smen. Se trata de mantequilla fundida con sal, o fundida con hierbas aromáticas (orégano). En algunos casos se emplea una mantequilla de aromas rancios denominada boudra. El leben (suero de leche) es muy apreciado entre las tribus bereberes.

Aceites

El empleo de aceites vegetales tal y como el aceite de oliva virgen es muy frecuente en la cocina. El aceite de semillas, como es el de girasol, es igualmente muy utilizado, debido a su bajo precio.

También se emplea el smen que es una especie de mantequilla clarificada de cierto aroma rancio característico. Aunque es muy frecuente el

uso del aceite de oliva, en algunas zonas se utiliza el erguén que es un árbol que sólo crece en el Suroeste de Marruecos sus frutos se tratan como las aceitunas y de ellos se obtiene un aceite vegetal con sabor a mantequilla y avellanas conocido por sus virtudes regeneradoras. Este aceite se emplea para freír alimentos y frío como aliño de ensaladas.

El aceite de argán es la joya de la corona. Es el oro líquido de Marruecos. Su posicionamiento en el mundo ha sido gracias a su alto contenido en vitaminas E, en ácidos grasos esenciales y a sus propiedades antioxidantes entre otras. Se puede consumir en distintos platos típicos, especialmente de la región bereber del sur, o aplicado sobre la piel o cabello.

Bebidas

Se suele tomar té 2 hasta 4 veces al día. El té que se bebe en Marruecos es una combinación de té verde con menta, este se sirve para tranquilizar, reanimar, tonificar, se bebe por la mañana, después de las comidas, a cualquier hora.

Otras bebidas a base de leche son: el leben compuesta de leche agria que se consume muy fría, a veces se bebe leche perfumada con tomillo. Los zumos abundan en el país, en especial el zumo de naranja, se consume también la leche de almendras (muy similar al ajo blanco español). En el terreno de las bebidas alcohólicas Marruecos tiene alguna producción de vinos en la región de Mequínez. Es común en algunas localidades con influencia judía el Mahia un licor de higos de origen sefardí.

Postres y dulces

Los postres marroquíes son muy conocidos. Muchos de ellos están preparados con una pasta de almendras y agua de azahar y ejemplo de ello el

Cuerno de Gacela y que sirve con el té. En muchos otros dulces abundan los dátiles y la miel como edulcorante.

Hay un tipo de cuscús, llamado el seffa que está endulzado con azúcar glasé y se sirve con canela. Otros bollos salados que pueden encontrarse son: el trid servido con un vaso de leche y el briwat que son pequeños pasteles rellenos de diferentes ingredientes dulces o salados y se sirven en el transcurso de banquetes: pueden ser en forma de triángulos o de cigarrillos.

10.2 LA HIDRATACIÓN

En cualquier dieta humana junto con los nutrientes es esencial la ingesta de agua y bebidas. El agua es un nutriente, no calórico, esencial para la vida y tiene numerosas funciones como disolvente, transportador, regulador de la temperatura corporal, etc. Aproximadamente el 60-70% del organismo humano, en peso, es agua. La ingesta de líquidos es responsable del 60% de esta cantidad, la ingesta de alimentos del 30% y el metabolismo celular para el restante 10% (Martínez-Álvarez et al, 2008; Palacín-Arce et al, 2013). Se pierde agua continuamente así a través de la piel y la respiración, cerca de 700 mL al día, 100 mL se eliminan en las heces, alrededor de 1,5 litros en la orina y 200 mL en la transpiración normal. Por esto se requieren unos 2,5 L/día. Se recomienda una ingesta de 30 mL / kg / día para una persona sana, que solo se considera en riesgo si hay una pérdida de agua mayor del 10% del peso corporal (EFSA, 2010).

La deshidratación puede llevar a la muerte, sobre todo si la pérdida del peso corporal supera el 10%. En ese caso, la temperatura corporal sufre un incremento rápido que a menudo puede llevar al fallecimiento. Dado que ha aumentado el consumo de bebidas con azúcar, estas se han relacionado con la

obesidad y otras enfermedades crónicas. Hay que tener un especial cuidado de su consumo en niños (Rosado et al., 2011).

La suma del agua ingerida como componente intrínseco de los alimentos junto con las demás formas en que se presenta debe cubrir cada día los requerimientos de los sujetos, estimándose para los adultos aproximadamente en 1mL/kcal ingerida (EFSA, 2010).

Factores como la palatabilidad, el color, sabor, olor y temperatura, así como preferencias culturales son cruciales a la hora de elegir una bebida.(Rosado et al, 2011). De hecho, la palatabilidad de las bebidas es importante cuando las necesidades de líquido son elevadas. La sal contribuye a la absorción de agua y a su retención mientras se hace ejercicio y después del mismo. Las recomendaciones del Comité Científico sobre la Alimentación son incluir sodio (460-1150 mg/L) y carbohidratos (80-350 kcal/L) para una rehidratación óptima durante la práctica prolongada de ejercicio (Institute of Medicine, 2004). Dependiendo de la región del mundo, la disponibilidad de agua potable es diferente, por esto en ocasiones hay que recurrir a aguas envasadas que garantizan la salubridad de este alimento y al mismo tiempo contribuyen a suplementar la ingesta de cationes y aniones. En la hidratación de la población además es de gran interés la ingesta de bebidas tales como infusiones, zumos, refrescos, bebidas alcohólicas fermentadas (EFSA, 2010).

El tipo de agua depende más de la zona geológica, que de la zona geográfica ya que para su composición es fundamental es sustrato hidrológico donde subyace (Petracci et al, 2006; Kudoyarova et al, 2015). Las aguas minerales naturales, puras y ricas en minerales y oligoelementos, son muy recomendables para una correcta hidratación (OMS, 2004).

10.3 ALIMENTACIÓN MEDITERRÁNEA

Aunque el perfil genético humano no ha variado en los últimos 10000 años, si se observan diferencias notables que tienen lugar generación tras generación en el abastecimiento, ingesta de diferentes tipos de alimentos, gasto energético y actividad física. Hoy en día, las sociedades industrializadas se caracterizan por a) desequilibrio en el balance energético (debido a un aumento en el aporte de energía a través de los alimentos y una disminución en el gasto energético; b) aumento en el consumo de ácidos grasos saturados (AGS) y poliinsaturados (AGP) de la serie n-6, AG-trans y una reducción en la ingesta de AGP de la serie n-3, aumentando el ratio n-6/n-3 a valores muy lejanos del 2-1/1 de la dieta de nuestros antepasados del Paleolítico; c) reducción en la ingesta de carbohidratos complejos y fibra; d) disminución en el consumo de frutas y verduras, así como de antioxidantes y algunos minerales (Erkkila y Lichtenstein, 2006; Fernández-Vergel et al., 2006). Por todo ello, resulta pertinente modificar los hábitos alimentarios hacia dietas con un patrón alimentario saludable.

Debido a la elevada evidencia científica de los beneficios de la dieta mediterránea sobre la salud humana, parece apropiado un retorno a la “dieta mediterránea tradicional” (DMT) (Serra-Majem et al., 2006a). Ésta representa una alternativa más agradable al paladar que las dietas bajas en grasa para promover una alimentación saludable, presentando un bagaje de tradición milenaria con ninguna evidencia de daño o perjuicio para la salud humana, que la hace muy apropiada en el campo de la salud pública (Trichopoulou, Vasilopoulou, 2000; Martínez-González et al., 2004; Dernini, 2006).

Curiosamente los mayores beneficiarios en los últimos años de la investigación derivada del “estilo de vida mediterráneo” son países no

mediterráneos como Suiza, Japón y los países escandinavos que actualmente presentan mayor esperanza de vida (Willett, 2006). Este hecho, sumado al alejamiento del patrón de DMT por parte de la población joven (Mariscal-Arcas et al., 2007), resalta la necesidad de preservar y promover la DMT también en los países que le dieron origen (Fundación Dieta Mediterránea, 2007).

El interés a cerca de las características y beneficios de la Dieta Mediterránea surgió en los años 60 al observar que las poblaciones de la cuenca del Mediterráneo gozaban de mayor longevidad y menor morbimortalidad por enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades asociadas a la alimentación, en comparación con otros países más desarrollados económicamente y con mejores sistemas de salud, como los países del norte de Europa y Estados Unidos. Desde entonces, la comunidad científica corrobora el gran valor, tanto sanitario como cultural, de la Dieta Mediterránea.

La definición de Dieta Mediterránea tradicional se establece en un contexto geográfico (Creta, Grecia y sur de Italia) y temporal específicos (principios de los años 60, después de la segunda guerra mundial pero antes de la llegada de la cultura de la comida rápida), teniendo en cuenta los datos disponibles y la evidencia epidemiológica existente. Los componentes que la caracterizan son (Hu, 2003; Fundación Dieta Mediterránea, 2007):

- Consumo de aceite de oliva como fuente de lípidos principal, favoreciendo un elevado ratio de AGM/AGS resultante de la ingesta de lípidos de la dieta.
- Alto consumo de alimentos de origen vegetal: frutas, verduras y hortalizas.
- Alto consumo de legumbres.

- Alto consumo de cereales no refinados, incluyendo el pan.
- Consumo moderado a alto de pescado.
- Consumo moderado de leche y productos lácteos (principalmente queso y yogur).
- Bajo consumo de carne y productos cárnicos.
- Consumo moderado de alcohol (principalmente vino), normalmente en las comidas.

Este patrón de alimentación determina un perfil nutricional caracterizado por un alto contenido en grasa total (30-40% del total de la energía en función de la región) pero bajo en grasa saturada ($\leq 7-8\%$ del total de la energía). El elevado consumo de productos vegetales y consumo moderado de productos animales permite alcanzar altos niveles de fibra, vitaminas, minerales y productos fitoquímicos. Cabe destacar que las Dietas Mediterráneas no son tan sólo un listado de alimentos; otros aspectos ligados a la sociedad, cultura y estilo de vida mediterráneos influyen de forma importante en sus efectos beneficiosos sobre la salud: el uso de alimentos frescos de temporada y mínimamente procesados; una cocina reposada, consumida tradicionalmente en compañía, sin prisas, compartiendo platos y conversación; la práctica moderada de actividad física e incluso el hábito de la siesta (Willett et al., 1995; Ros et al., 1998; Trichopoulou y Vasilopoulou, 2000; Serra-Majem et al., 2004; Serra Majem y Aranceta, 2006b).

Dicho patrón de alimentación surgió a orillas del Mar Mediterráneo, lugar de confluencia de tres continentes y multitud de culturas. Habitualmente cuando se habla de dieta mediterránea (DM) los autores se refieren a la seguida en la ribera europea del mediterráneo; sin embargo, la ribera asiática y africana dispone de alimentos y clima similares. Por tanto cabe considerar igualmente cómo esta población sigue la DM ya sea por los alimentos utilizados o por los

nutrientes ingeridos. Características de la DM son al mismo tiempo variedad de alimentos y sobriedad. Aunque la DM está evolucionando hacia patrones occidentales, aun es una dieta rica en grasas monoinsaturadas, alto consumo de cereales, legumbres, patatas, verduras, hortalizas, fruta y pescado y moderado bajo de carnes rojas y lácteos, así como consumo controlado de vino (Trichopoulou et al., 2003; Mariscal-Arcas et al., 2011).

La abundante cantidad de pescado junto a un clima templado y homogéneo en una geografía mayoritariamente árida y montañosa, permitió el desarrollo de una agricultura de secano común a toda la cuenca del Mediterráneo (cereales, viña y olivo) y una ganadería en la que predominan las especies ovinas y caprinas.

Cada región del Mediterráneo posee sus propias tradiciones alimentarias determinadas por las características geográficas, culturales, sociales, económicas y religiosas del país. Por lo tanto no se puede hablar simplemente de una Dieta Mediterránea sino de muchas Dietas Mediterráneas. Sin embargo, el conjunto de las distintas dietas existentes en la cuenca del Mediterráneo pueden considerarse variantes de un único ente, la dieta mediterránea tradicional, agrupadas por un estilo de vida afín y propia de la población mediterránea. El comportamiento nutricional de las dos riberas del mediterráneo se puede plantear a través de dos países como Marruecos y España.

La cocina marroquí, síntesis de corrientes heterogéneas (Andalusí, Medio Oriente, África), está fuertemente jerarquizada y codificada. Esta cocina presenta unos contenidos social, cultural y religioso muy unidos. En la alimentación diaria de los marroquíes hay gran variedad y abundancia de alimentos. Los más destacados son: cereales, legumbres, verduras y hortalizas,

crudas o cocidas fruta fresca, frutos secos, grasas vegetales, carnes (cordero, ternera, aves de corral) pescado, leche y derivados, huevos, hierbas y especias aromáticas (Abu-Shams, 2008).

Hasta hace relativamente poco tiempo, los beneficios sobre la salud de la Dieta Mediterránea se atribuyeron principalmente al bajo contenido en ácidos grasos saturados y al elevado consumo de hidratos de carbono complejos y fibra. Aunque se ha demostrado que la alta calidad de la grasa consumida en el Mediterráneo, rica en ácidos grasos monoinsaturados procedentes del aceite de oliva y con una correcta proporción de ácidos grasos poliinsaturados n-6 y n-3 son clave para explicar los beneficios sobre la salud de la Dieta Mediterránea. Son numerosos los estudios que demuestran el efecto crucial que también ejercen sobre la salud los nutrientes y no-nutrientes antioxidantes procedentes de alimentos típicos del Mediterráneo como la fruta, la verdura, el aceite de oliva virgen y el vino (Waterman et al., 2007; Papamichael et al., 2008; de la Torre et al., 2014). Sin embargo, es muy probable que el gran efecto global de la Dieta Mediterránea sobre la salud de los que la consumen no pueda atribuirse a uno o varios de sus componentes de forma individual, sino al sinergismo de todos ellos.

Por todos estos motivos el patrón de Dieta Mediterránea se considera un patrón de alimentación saludable y se ha trasladado a innumerables guías dietéticas de todo el mundo. Las políticas nutricionales de numerosos países parecen haber cambiado y ahora se promueve el consumo de grasas de alta calidad procedente del aceite de oliva y pescados azules en detrimento de las grasas trans y grasas saturadas. También la estrategia de promoción del consumo de cinco piezas de frutas y verduras al día pretende traducir el patrón mediterráneo a otros países. (OMS, 2003; USDA/HHS, 2005; Willett, 2006).

Las posibles consecuencias de la transición nutricional y la pérdida de la Dieta Mediterránea empiezan a hacerse evidentes: la más alarmante es el importante incremento en las tasas de obesidad en las poblaciones mediterráneas, sobre todo en la población más joven; por otro lado, las tasas de mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles en el Mediterráneo van en aumento, a pesar de que aún son inferiores que las de los países del norte de Europa. Cabe destacar:

Otra de las consecuencias que debería ir ligada a la transición nutricional y al aumento en el consumo de grasa saturada y colesterol en los países del Mediterráneo es el aumento en la incidencia de enfermedad cardiovascular. Sin embargo, la mortalidad por enfermedades cardiovasculares ha disminuido en todos los países mediterráneos europeos (España, Francia, Italia y Portugal) excepto en Grecia, donde se observa un aumento. Las tasas de enfermedad cardiovascular en España y otros países del Mediterráneo son aún de las más bajas de Europa. La explicación radica en la interacción entre múltiples factores de riesgo y factores protectores, entre los cuales la dieta es un factor importante pero no el único ni el más trascendente. Entre los factores dietéticos y no dietéticos cabe destacar la mejora de los sistemas de salud, la mejora en el control de la hipertensión, la disminución del hábito tabáquico, la disminución en el consumo de sal, el aumento en la ingesta de calcio y, también, el todavía importante consumo de frutas y pescado (Ezaki, 2006; Ruel et al., 2007).

La pérdida de la Dieta Mediterránea no sólo implica la aparición de enfermedades asociadas al exceso de energía, grasa, colesterol y azúcar, sino que también supone la aparición de importantes deficiencias nutricionales. La introducción de alimentos de alta densidad energética (bebidas dulces, refrescos, bollería, etc.) y la disminución del consumo de alimentos de alta

densidad nutricional (verduras, cereales y legumbres) así como la modificación en las técnicas de procesado (refinado de las harinas) han contribuido a incrementar el riesgo de tener ingesta insuficiente de fibra, folatos, vitaminas del grupo A, B, D y E y minerales.

10.4 PROPÓSITO DE LOS ESTUDIOS DE CONSUMO DE ALIMENTOS.

La FAO/OMS ya en 1945 en una conferencia celebrada en Québec estableció la necesidad de disponer de una metodología estándar para conocer los hábitos alimentarios de la población. Norris fue la nutricionista designada para establecer este estudio y como consecuencia de ello en 1949 publicó un informe "Encuestas alimentarias: su técnica e interpretación". Este trabajo se ha considerado durante largo tiempo la base para realizar estudios dietéticos en cualquier parte del mundo. Establece cuatro unidades básicas para realizar encuestas: 1) La población total de un país, 2) Grupos homogéneos, 3) Grupos familiares, 4) Encuesta individual. También describe Norris la historia dietética de los individuos, empleando cuestionarios, métodos de pesada y análisis químico de los alimentos (Norris, 1949; Willet, 1998).

Tras este primer informe avalado por la FAO, en el año 1962 otra nutricionista de esta misma organización, Reh, realizó un trabajo avanzando en este campo de las encuestas alimentarias. En su obra "Manual de encuestas para el consumo doméstico de alimentos" reconoce la necesidad de métodos directos de estudio para obtener información sobre el consumo de alimentos. Se destaca la producción y consumo de alimentos en poblaciones rurales con bajo nivel cultural. En este manual se describen todos los pasos a seguir para la realización de las encuestas alimentarias en un hogar y se establecen diferencias en la forma de realizar la encuesta según la región del mundo en estudio. Hace especial hincapié en los estudios a realizar en Hispanoamérica (Reh, 1962).

La valoración del estado nutricional de una persona o de un grupo de población debe hacerse desde una múltiple perspectiva: dietética, antropométrica, bioquímica, inmunológica y clínica. Aunque no es posible tener una idea exacta del estado nutricional a partir de datos dietéticos exclusivamente, los resultados de las encuestas alimentarias sí permiten tener información sobre la posibilidad de que una persona o un grupo tengan ingestas inadecuadas de energía y nutrientes y constituyan un grupo de riesgo.

10.5 ENCUESTAS ALIMENTARIAS.

Según Musse y Méjeam (1991), la encuesta alimentaria, desde el punto de vista clínico, terapéutico, individual o epidemiológico, se basa en el interrogatorio de un sujeto sobre la realización de un acto alimentario. Este depende directamente de la organización social y económica, del progreso de la tecnología alimentaria, de la consideración de la imagen corporal, etc.

La medición de ingesta de alimentos en individuos y en poblaciones se realiza mediante diversos métodos o encuestas, que difieren en la forma de recoger la información y el período de tiempo que abarcan.

Pueden clasificarse en tres grandes grupos según la unidad de consumo:

- 1) Encuestas nacionales, mediante las hojas de balance alimentario, con lo que se obtiene la disponibilidad de alimentos de un país.
- 2) Encuestas familiares y las realizadas a pequeños colectivos, mediante las encuestas de presupuestos familiares o los registros, inventarios, o diarios dietéticos familiares.
- 3) Encuestas individuales, con lo que genéricamente denominamos encuestas alimentarias o nutricionales.

Los objetivos de las encuestas a nivel individual según son:

- Determinar las calorías y los nutrientes ingeridos en las distintas raciones alimentarias.
- Analizar los tipos de alimentos y su frecuencia en las diferentes comidas.
- Conocer los comportamientos alimentarios y establecer correlaciones.

La observación de datos a nivel individual puede hacerse con un número muy elevado de individuos, pero si la información solo debe ser sobre la dieta habitual el número de individuos muestreados será inferior, permitiendo no obstante resultados perfectamente extrapolables a la población objeto de estudio.

Las encuestas alimentarias se pueden clasificar en:

a) Diario dietético. Este método consiste en pedir al entrevistado que anote diariamente durante 3 o más días los alimentos y bebidas que va ingiriendo, siempre y cuando haya sido instruido con ayuda de modelos, medidas caseras o incluso fotografías, que indiquen la cantidad de alimento que se ha tomado (Dartois, 1992).

b) Historia dietética. Este método incluye tres encuestas de recordatorio de 24 horas y un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, aunque originariamente contaba además con un registro de tres días (Burke, 1947). A pesar de que el método ha sufrido modificaciones, la técnica de la historia dietética debe evaluar el consumo global de alimentos del individuo, facilitar información sobre los hábitos alimentarios y estimar el tamaño de las raciones ingeridas durante un período de tiempo bastante prolongado (meses o incluso años).

c) Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (FFQ). Consiste en una lista cerrada de alimentos sobre los que se pregunta la frecuencia (diaria, semanal, mensual) de consumo. Aunque la información recogida es

cualitativa, la incorporación a cada alimento de la ración habitual permite cuantificar el consumo de alimentos y también de nutrientes.

La FFQ nació gracias a la búsqueda de métodos alternativos más baratos y eficaces con los que poder medir la ingesta de nutrientes. En 1947, Burke desarrolló una entrevista de historia dietética e intentó valorar la dieta habitual individual de un grupo de personas (Heetderks-Cox et al., 2001). Durante la décadas de los 80 y los 90 se produjeron mejoras en el FFQ y su evaluación ha llegado a ser considerablemente más interpretable.

d) Recordatorio de 24 horas (R24-h). Este método fue concebido por Burke (1947), a finales de los años 30 y ahora es uno de los más empleados a escala mundial para evaluar el consumo de alimentos y nutrientes en una población.

Como su nombre indica, el cuestionario de 24h. (o en ciertos casos 48h.) consiste en definir y cuantificar todas las comidas y bebidas consumidas en un período previo a la encuesta (el día anterior); tiene una serie de ventajas en los estudios epidemiológicos a gran escala: se obtienen tasas de respuesta elevadas, tienen una reproducibilidad elevada cuando se utilizan en diferentes poblaciones y los costes son bajos (Cameron y Van Staveren, 1988).

Tablas de composición de los alimentos

Tablas de composición de alimentos: son necesarias para el estudio nutricional de grupos de población, pero suelen presentar diversas limitaciones debidas en parte a la metodología analítica seguida y a la recopilación de datos reseñados en las mismas. Las tablas que habitualmente se utilizan se basan en datos recopilados a partir de referencias bibliográficas, al no existir una base de composición de alimentos realizados sobre los alimentos de consumo habitual en nuestro país que reflejara los nutrientes que realmente el individuo de nuestra comunidad ingiere en su dieta diaria. Existen diversas tablas de composición de los alimentos editadas en todo el mundo y algunas específicas

para cada país, adaptadas a las peculiaridades de la alimentación de cada parte del mundo. Las diferencias que se encuentran entre la composición de los alimentos dependen en gran medida, según últimos estudios, tanto del análisis de los mismos como de la forma de preparación de las recetas pero, parece mas importante el tamaño de la ración estimada en la evaluación de los cuestionarios de consumo de alimentos.

Las tablas de composición de alimentos presentan una serie de características comunes a todas ellas: 1) Los valores se suelen expresar en contenido de nutriente por cada 100g de materia comestible, es frecuente la indicación de la porción comestible por 100g; 2) Energía. Se recoge el valor de energía metabolizable y se expresa en Kcal y en KJ (1Kcal = 4,184Kj). Estos valores se suelen calcular a partir de contenido en hidratos de carbono, proteínas, lípidos y alcohol de los alimentos, aplicando los factores de conversión en energía. No todas las tablas utilizan el mismo factor lo que origina ciertas diferencias en las tablas según la procedencia; 3) Proteínas. Habitualmente se utiliza la conversión a partir de determinar el N₂ total del alimento por el método de Kjeldahl; 4) Grasa. En este epígrafe se incluyen todos los componentes lipídicos (glicéridos, esteroides, vitaminas, etc.); 5) Hidratos de carbono. El valor es diferente según las tablas; 6) Vitaminas. Las diferencias detectadas para las distintas tablas puede ser consecuencia del método analítico que se hubiera seguido en la determinación. El modo de expresar los valores también varía de unas a otras; 7) Otros componentes es frecuente encontrar en las tablas porcentajes de minerales : Fe, Ca, P, Cu, etc., así como componentes de la fracción lipídica como colesterol, AG esenciales, valor global de ácidos grasos mono o poliinsaturados, etc.

Actualmente con las tablas de composición de alimentos utilizadas a través de programas informáticos más o menos sofisticados y que en esencia

son una hoja de cálculo, se evita la pérdida de tiempo y cansancio en el cálculo. Pero los errores procedentes de tablas inadecuadas no se corregirán por el uso de un programa informático. El investigador deberá previamente seleccionar aquella base de datos que sea más fiable y más de acuerdo con el tipo de estudio a realizar. Los errores derivados de la imprecisión de la medición junto con los inherentes a las tablas de composición de alimentos son las principales fuentes de error. Es conveniente pedir al encuestado que especifique su ración mediante medidas caseras o a través de comparación con distintos modelos. La descripción de la ingesta debe hacerse con detalles para que cualquier participante en el estudio pueda reproducir lo allí consignado.

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

En cualquier dieta humana junto con los nutrientes es esencial la ingesta de agua y bebidas. Debido a la importancia social y económica del agua a su composición estrechamente vinculada con la calidad, en esta memoria de Tesis doctoral se han planteado los siguientes objetivos:

1. Desarrollar un método analítico de cromatografía iónica para la determinación y cuantificación de cationes y aniones en muestras de agua mineral natural envasada.
2. Analizar el contenido de cationes y aniones en aguas minerales procedentes de Marruecos con distintos grados de mineralización.
3. Realizar la evaluación sensorial de las aguas objeto de estudio mediante un panel analítico.
4. Evaluar la ingesta de cationes y aniones a través del consumo de agua y de los alimentos en una muestra de población marroquí.
5. Estudiar la adherencia a la dieta mediterránea de la población de estudio mediante los índices de adherencia MDS y MDSS.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

III. MATERIAL Y MÉTODOS

1. MUESTREO

1.1 MUESTREO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS PARA LAS DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS Y ANÁLISIS SENSORIAL

Las muestras objeto de análisis sensorial son 17 aguas envasadas de Marruecos, adquiridas a través de pequeños comercios y grandes superficies, procedentes de las ciudades de Casablanca y Agadir. 15 muestras están envasadas en PET y el resto en envase de cristal. Los envases tienen capacidad de 1L o 1.5L.

Se han adquirido 3 envases de cada una de las muestras objeto del análisis, tomadas de forma aleatoria en los establecimientos de venta.

En la figura 3.1, se contempla la ubicación de las ciudades donde se han tomado las muestras

Figura 3.1 Casablanca y Agadir en el mapa de Marruecos



Las características de las 17 muestras de aguas analizadas se contemplan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Características de las aguas envasadas objeto del análisis.

Código muestra	Origen	Envase	Volumen (L)	Mineralización
1	Marruecos	PET	1.5	Débil
2	Marruecos	PET	1.5	Débil
3	Marruecos	PET	1.5	Débil
4	Francia	PET	1	Débil
5	Marruecos	PET	1.5	Débil
6	Marruecos	PET	1.5	Débil
7	Marruecos	PET	1.5	Débil
8	Francia	PET	1.5	Débil
9	Marruecos	PET	1.5	Débil
10	Italia	PET	1.5	Débil
11	Francia	Vidrio	0.75	Débil
12	Marruecos	PET	1.5	Débil
13	Marruecos	PET	1.5	Media
14	Marruecos	Vidrio	1	Media
15	Marruecos	PET	1.5	Media
16	Marruecos	PET	1.5	Media
17	Francia	PET	1.5	Alta

En la tabla 3.1, se detallan las características de presentación del envase, el origen de cada agua, así como su clasificación por el contenido en minerales, siguiendo lo establecido en el Real Decreto 1798/2010.

Almacenamiento de las muestras.

Las muestras se conservan en su envase original a temperatura de refrigeración hasta el momento de su análisis.

1.2 MUESTREO PARA EL ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL

La población objeto del estudio procede del noroeste de Marruecos de las ciudades de Agadir y Casablanca. El reclutamiento se efectuó entre los años 2013-2014.

El estudio incluye 200 sujetos seleccionados al azar, a través del lugar de trabajo (Marruecos) La edad de los sujetos participantes está comprendida entre 18 y 70 años. Todos los participantes fueron informados acerca del estudio a realizar y se contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad de Granada. Tras obtener el consentimiento informado para participar en el estudio, encuestadores preparados utilizaron un cuestionario para recoger datos de cada participante con las siguientes variables: sexo, edad, ciudad de origen; variables relativas a características socio-demográficas y socio-económicas; consumo de alimentos y bebidas.

Tabla 3.2 .Características de la población de estudio expresadas en %

	SEXO	Chi ²	p
Hombre	49.5	0.010	0.921
Mujer	50.5		
NIVEL ESTUDIOS			
Sin estudios	4.0	114.32	0.001
Estudios primarios	8.0		
Estudios secundarios	38.0		
Estudios Universitarios	50.0		
ENFERMEDAD CRONICA			
Si* (diabetes, tensión alta, alergias)	14.9	49.911	0.001
No	85.1		
SIGUE ALGUN TIPO DE DIETA			
Si (baja en sal, grasa, sin azúcar, sin alérgenos)	8.9	68.208	0.001
No	91.1		
CONSUMO DE TIPO AGUA			
De la red	25.3	58.323	0.001
Mineral natural envasada	26.3		
Tratada envasada	13.1		
De la red y mineral natural envasada	27.3		
De la red y tratada envasada	3.0		
Mineral natural y tratada envasada	1.0		
De la red, mineral natural y tratada envasada	4.0		
GAS NO GAS			
Con gas	1.3	116.480	0.001
Sin gas	92.0		
Congas/singas	6.7		

2. INSTRUMENTACIÓN, MATERIALES Y REACTIVOS

2.1 INSTRUMENTACIÓN, MATERIALES Y REACTIVOS EN LA DETERMINACIÓN DE CATIONES Y ANIONES

2.1.1 Equipo de cromatografía iónica

Se trata del Cromatógrafo de Intercambio Iónico, de la marca Metrohm y modelo 850 Professional IC, equipado con un detector de conductividad.

Detector de conductividad

El detector de conductividad, con gran estabilidad térmica, mide continuamente la conductividad del líquido que pasa a través de él e indica las señales de forma digital (DSP Digital Signal Processing). La determinación de aniones fue realizada con supresión química.

Columnas

Para separar los cationes, se utilizó la columna de separación Catiónica: MetrosepC3 – 250, rellena con Gel de sílice con grupos carboxílicos.

Para proteger la columna se empleó la guardacolumna o precolumna de cationes es C3–Guard. La determinación cromatográfica se realizó a temperatura ambiente.

Las características de la columna de cationes son:

- Material de relleno Gel de sílice con grupos carboxílicos
- Dimensiones de columna 250 x 4.0 mm
- Cuerpo de columna PEEK
- Flujo estándar 1.0 mL/min
- Flujo máximo 5.0 mL/min
- Presión máxima 35 MPa

- Tamaño de partículas 7 μm
- Modificador orgánico 0...100% (excepto metanol)
- Gama de pH 2...7
- Gama de temperatura 20...60 $^{\circ}\text{C}$
- Capacidad 27 μmol (K^{+})

En el caso del análisis de los aniones, se utiliza la columna Metrosep A Supp 7 (250/4mm), está rellena con alcohol polivinílico en forma de partículas recubiertas de grupos amonio cuaternario. Para proteger la columna se empleó la guardacolumna/precolumna Metrosep A Supp 4/5 Guard. La determinación cromatográfica se realizó a temperatura ambiente.

Las características de la columna de los aniones son:

- Material de relleno Alcohol polivinílico con grupos de amonio cuaternario
- Dimensiones de columna 250 x 4.0 mm
- Cuerpo de columna PEEK
- Flujo estándar 0.7 mL/min
- Flujo máximo 0.8 mL/min
- Presión máxima 15 MPa
- Tamaño de partículas 5 μm
- Modificador orgánico 0...100%
- Gama de pH 3...12
- Gama de temperatura 20...60 $^{\circ}\text{C}$
- T^{a} de columna 45 $^{\circ}\text{C}$.
- Capacidad 108 μmol (Cl^{-})

Eluyentes

La composición de los eluyente cambia según si se trata de análisis de cationes o aniones.

- Composición eluyente de cationes: Acido Nítrico 3.5 mM (3.5 mL de HNO₃ 1M / 1L Agua ultrapura).
- Composición de eluyente de aniones: Carbonato Sódico 3.6 mM (762 mg / 2L Agua ultrapura).

En el caso del análisis de aniones, se utiliza supresión química.

- Supresor químico: Acido Sulfúrico 50 mM (3.5 mL de H₂SO₄ / 1L Agua Ultrapura).

El agua ultrapura procede del equipo MilliQDirect-Q3 marca Merck Millipore:

La calidad del agua utilizada en la cromatografía iónica es decisiva para conseguir buenos resultados. Además, cuando la calidad del agua es insuficiente, puede dañar el equipo y las columnas de separación. El agua desmineralizada empleada debe, por ello, tener una resistencia específica superior a 18 MΩ cm y estar exento de partículas. Se recomienda, pues, filtrar el agua con un filtro de 0.45 μm y tratarla con UV.

Carrusel auto-muestreador

Se trata de una herramienta que permite la inyección automática de muestras.

Equipo informático:

Para el procesamiento de los datos y la visualización de los cromatogramas, se utiliza un ordenador con Software de análisis cromatográfico Magic Net, conectado al cromatógrafo iónico.

2.1.2 Otros equipos y materiales

Otros equipos y materiales utilizados en el análisis de cationes y aniones por cromatografía iónica son:

- Agua ultrapura obtenida de un equipo de osmosis inversa marca Millipore Milli Q Uv-V “Direct-Q3”, casa comercial Merck Millipore y equipado con un revestimiento en línea con compensación de temperatura y un analizador de COT (Carbono Orgánico Total. Se utiliza para el lavado del material volumétrico y para la preparación de disoluciones se utilizó
- Balanza electrónica analítica 220/0.0001 Mettler Toledo AB204.
- Pipetas electrónicas de canal simple con un rango de trabajo de 100 a 5000, 50 a 1200, 5 a 100 microlitros.
- Matraces aforados: Marca Afora de 1000, 500, 250, 200, 100, 50 y 25ml.
- Jeringuillas de 5-10 ml con salida Luer.
- Filtros de jeringa de 0.45 μm de tamaño de poro.

Patrones

Los patrones utilizados para la calibración del cromatógrafo iónico en el análisis de los cationes litio, amonio, sodio, magnesio, potasio y calcio, así como de los aniones fluoruros, nitritos, nitratos, sulfatos, fosfatos y cloruros son de la casa comercial Fluka, calidad TraceCERT, volumen 1000 mL y concentración de 1000mg/L cada uno.

Tabla 3.3 Patrones comerciales para cationes

CATIONES	MARCA	Nº SERIE	CONCENTRACIÓN
Li ⁺	FLUKA	59878	1000 mg/L
NH ₄ ⁺	FLUKA	59755	1000 mg/L
Na ⁺	FLUKA	43492	1000 mg/L
Mg ⁺	FLUKA	89441	1000 mg/L
K ⁺	FLUKA	53337	1000 mg/L
Ca ⁺	FLUKA	39865	1000 mg/L

Tabla 3.4 Patrones comerciales para aniones

ANIONES	MARCA	Nº SERIE	CONCENTRACIÓN
F ⁻	FLUKA	77365	1000 mg/L
NO ₂ ⁻	FLUKA	67276	1000 mg/L
NO ₃ ⁻	FLUKA	74246	1000 mg/L
SO ₄ ²⁻	FLUKA	90071	1000 mg/L
PO ₄ ²⁻	FLUKA	38364	1000 mg/L
Cl ⁻	FLUKA	39883	1000 mg/L

Para la preparación de las soluciones patrón de la curva de calibrado de los distintos aniones y cationes, se preparó el patrón más alto de cada curva a partir de los patrones comerciales (FLUKA Analytical).

Partiendo de ésta solución patrón se prepararon las restantes soluciones patrón con sucesivas diluciones, según la tabla a continuación:

Tabla 3.5 Diluciones de los distintos aniones para las curvas patrón

Iones (mg/l)	Patrón 1	Patrón 2	Patrón 3	Patrón 4	Patrón 5
Li ⁺	0.025	0.25	0.5	1	2
NH ₄ ⁺	0.025	0.25	0.5	1	2
Na ⁺	1.498	15	30	60	120
Mg ⁺	1.498	15	30	60	120
K ⁺	0.624	6.25	12.5	25	50
Ca ⁺	1.498	15	30	60	120
F ⁻	0.08	0.20	1	1.6	2
NO ₂ ⁻	0.08	0.20	1	1.6	2
NO ₃ ⁻	2.4	6	30	48	60
SO ₄ ²⁻	8	20	100	160	200
PO ₄ ²⁻	2.4	6	30	48	60
Cl ⁻	8	20	100	160	200

2.2 INSTRUMENTACION Y MATERIALES EN EL ANÁLISIS SENSORIAL

Para realizar la evaluación sensorial de las muestras de aguas minerales envasadas, se dispone del siguiente material:

- Sonda termohigrómetro: Sonda de temperatura y humedad marca Testo, con cable de conexión. Rango de medición de temperatura: -20...+70 °C y rango de medición de humedad de 0 hasta +100 %HR
- Estufa: marca Selecta. Modelo 207. Rango de medición de temperatura de 20 a 80°C.
- Frigorífico: marca Savoid. Modelo New Line 360-2T
- Congelador: marca Sanyo Biomedical Freezer. Modelo MDF-U333.
- Lavavajillas: marca Bosh. Modelo Gran Prix.
- Balanza analítica: marca Precisa. Modelo Precisa Bc Series 260. d=0.001g.
- Microondas: marca LG
- Hoja de perfil: hoja específica para el análisis sensorial de agua mineral envasada. En ella se contemplan los descriptores específicos en las etapas visual, olfativa, gustativa y análisis de textura, que el catador puntúa en líneas de intensidad de 0 a 10.
- Copa de cata: La copa de cata de agua es de cristal incoloro, transparente y sin adornos, con forma redondeada y bordes ligeramente inclinados hacia adentro y con un fuste corto.
- Material auxiliar: Material de vidrio y material de oficina

El orden de cata se llevará a cabo según las indicaciones del jefe de panel y en la hoja de perfil cada catador asignará la puntuación en una línea de intensidad para cada descriptor, oscilando según la intensidad de 0 a 10.

2.3 INSTRUMENTACIÓN EN EL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL

2.3.1 Cuestionario

Se realizó para este trabajo un cuestionario específico que incluye distintos apartados para poder evaluar todos los aspectos planteados en los objetivos de esta tesis. En este cuestionario se codifica cada sujeto con 4 dígitos que identifican país y localidad. Consta de 6 apartados que se describen a continuación:

- Apartado 1. *Datos del sujeto*: Donde se recogen datos personales (sexo y edad) y nombre de la localidad.
- Apartado 2. *Características socio-demográficas de la población en estudio*. Se consideran variables dicotómicas, variables cuantitativas discretas y variables cuantitativas continuas.
- Apartado 3. *Frecuencia de Consumo de Alimentos (FFQ)*: Cuestionario de variables dicotómicas (Si come / No come) y variables cuantitativas discretas (veces a la semana).
- Apartado 4. *Hábitos de vida y relacionados con la alimentación*: Comprende tanto variables cualitativas como cuantitativas.
- Apartado 5. *Cuestionario específico para estimar el consumo de cualquier tipo de agua u otras bebidas*. Se trata de un cuestionario de formato abierto.

El cuestionario se realizó en paralelo en lengua española, francesa y árabe. Con ligeras adaptaciones por las características especiales de cada una de las poblaciones en estudio.

2.3.2 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (FFQ).

El FFQ realizado para la recogida de datos de nuestro grupo de población en estudio fue confeccionado de acuerdo con los alimentos comúnmente consumidos por este grupo de población, alternando e incluyendo aquellos característicos de la población en estudio.

El FFQ se compone de una lista de alimentos que el encuestado deberá seleccionar según su consumo habitual, una sección donde cada alimento incluye la frecuencia correspondiente así como la cantidad de alimento consumido cada vez en medidas caseras.

La elaboración del FFQ se ha basado en un estudios previos del grupo de investigación en que se incluye este trabajo (Mariscal-Arcas 2006, Hamdan et al., 2014).

2.3.3 Cuestionario 24 horas.

Se definen y cuantifican todas las comidas y bebidas consumidas el día anterior a la encuesta. Se utilizan medidas caseras y volúmenes para estimar la ración de los alimentos.

3. MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO EN LA DETERMINACIÓN DE CATIONES Y ANIONES

3.1.1 Fundamento del método

El método elegido para llevar a cabo las determinaciones objeto de la tesis es la cromatografía de intercambio iónico.

La cromatografía permite la separación de componentes mediante procesos fisicoquímicos, en los que la fase móvil, en forma de líquido o gas, disuelve y transporta el analito y la fase estacionaria, en forma de líquido o sólido, retiene el analito. Se trata de un proceso que permite la separación de iones y moléculas polares basado en las propiedades de carga de las moléculas. En el caso de los iones, los cationes interaccionan con los grupos funcionales de naturaleza básica de la fase estacionaria y en función de su afinidad, los cationes serán eluidos antes o después por los protones del eluyente, mientras los aniones interaccionan con los grupos funcionales de naturaleza acida de la fase estacionaria y en función de su afinidad, estos serán eluidos antes o después por los carbonatos del eluyente.

Las diferentes constantes de equilibrio de intercambio iónico proporcionan diferentes tiempos de retención de los respectivos cationes y aniones permitiendo la separación de especies de naturaleza química muy similar.

3.1.2 Validación del método

Bajo las condiciones de trabajo descritas, se han analizado 17 muestras de agua, previamente filtradas, con el fin de cuantificar los cationes y los aniones a continuación:

- Cationes: Litio, Amonio, Sodio, Magnesio, Potasio y Calcio.
- Aniones: Fluoruros, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Fosfatos, Cloruros

Con el fin de validar el método de análisis de cationes y aniones, se han desarrollado los ensayos para determinar: los tiempos de retención, la selectividad, la reproducibilidad (la precisión), el porcentaje de recuperación (la exactitud), los límites de detección y de cuantificación, así como la linealidad (las curvas de calibrado).

Los tiempos de retención

Los tiempos de retención medios relativos de los cationes y aniones quedan recogidos en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Tiempos de retención para la identificación de los distintos cationes y la variación máxima aceptable de dichos tiempos.

ANALITOS	TIEMPO (min)	VENTANA (%)
Li ⁺	4.5	5
NH ₄ ⁺	6.4	5
Na ⁺	5.77	5
Mg ²⁺	19.0	10
K ⁺	9.0	5
Ca ²⁺	25.48	8
F ⁻	6.85	5
NO ₂ ⁻	14.38	5
NO ₃ ⁻	21.70	5
SO ₄ ²⁻	32.67	5
PO ₄ ³⁻	29.38	5
Cl ⁻	11.76	5

La selectividad

La capacidad del método analítico para medir inequívocamente la concentración de cationes y aniones en las muestras se ha demostrado comprobando que el pico obtenido en el análisis de muestras con presencia del analito y muestras a las que se les ha añadido una concentración conocida del analito coincide en tiempo de retención y no presenta en ningún caso aparición de hombros, colas o interferencias.

La reproductibilidad (precisión) y porcentaje de recuperación (exactitud)

A partir de disoluciones patrones de 3 rangos distintos de cada analito, se inyectaron 20 veces 20 µL de cada uno, en las condiciones de trabajo establecidas, para determinar las desviaciones estándares, los porcentajes de recuperación, t de Student así como el nivel de significación "p" correspondientes.

La tabla 3.7 recoge los valores correspondientes a los 20 ensayos concordantes, así como el tratamiento estadístico realizado a los datos.

Tabla 3.7 Distintos rangos de análisis de cationes y estadística correspondiente

CATIONES		Concent. añadida	Concent. (ppm)	DE	% recup.	t	P
Li ⁺	R. bajo	0.2	0.185	0.008	92.5	-8.362	0.001
	R. medio	1.5	1.444	0.101	96.27	-2.499	0.022
	R. alto	3	2.852	0.204	105.19	3.244	0.004
NH ₄ ⁺	R. bajo	0.5	0.473	0.010	94	12.120	0.001
	R. medio	1	1.029	0.100	102.9	1.299	0.210
	R. alto	2	2.209	0.145	110.5	6.453	0.001
Na ⁺	R. bajo	1	1.078	0.047	107.8	7.417	0.001
	R. medio	160	167.349	1.429	104.59	5.144	0.001
	R. alto	300	308.351	5.716	102.78	6.533	0.001
Mg ²⁺	R. bajo	5	4.639	0.125	92.8	12.902	0.001
	R. medio	80	79.950	3.725	99.94	-0.059	0.953
	R. alto	200	199.460	4.221	99.73	-0.572	0.574
K ⁺	R. bajo	0.5	0.548	0.035	109.6	6.226	0.001
	R. medio	10	9.707	0.776	97.07	-1.688	0.108
	R. alto	20	18.420	0.940	92.09	-7.516	0.001
Ca ²⁺	R. bajo	10	9.700	0.718	97	-1.868	0.077
	R. medio	160	162.394	9.897	101.49	1.082	0.293
	R. alto	300	289.471	11.8555	96.5	-3.972	0.001

Tabla 3.8 Distintos rangos de análisis de aniones y estadística correspondiente

ANIONES		Concent. añadida	Concent. (ppm)	DE	% recup.	t	P
F ⁻	R. bajo	0.5	0.537	0.024	107.4	6.938	0.001
	R. medio	3	3.254	0.148	108.47	7.659	0.001
	R. alto	8	8.685	0.396	108.56	7.741	0.001
NO ₂ ⁻	R. bajo	0.1	0.109	0.004	109	9.351	0.001
	R. medio	1	0.920	0.048	92	-7.534	0.001
	R. alto	2	1.841	0.038	92.05	-	0.001
						18.524	
NO ₃ ⁻	R. bajo	5	4.570	0.437	91.40	-4.401	0.001
	R. medio	40	42.797	2.347	106.99	5.330	0.001
	R. alto	80	81.375	4.952	101.72	1.242	0.229
SO ₄ ²⁻	R. bajo	10	10.325	0.093	103.25	15.677	0.001
	R. medio	160	167.500	8.463	104.69	3.963	0.001
	R. alto	300	312.222	11.810	104.07	4.628	0.001
PO ₄ ³⁻	R. bajo	2	2.125	0.081	106.25	6.888	0.001
	R. medio	40	38.632	1.550	96.58	-3.945	0.001
	R. alto	80	77.684	3.680	91.105	-2.815	0.011
Cl ⁻	R. bajo	5	5.857	0.125	117.14	30.727	0.001
	R. medio	160	166.780	8.971	104.24	3.380	0.003
	R. alto	300	311.772	16.555	103.92	3.180	0.005

Los Límites de Detección y Cuantificación

El límite de detección (LD) de un método analítico para un analito en particular es la menor cantidad del analito que puede ser detectada pero no cuantificada con precisión y exactitud.

El límite de cuantificación (LC) de un método analítico para un analito en particular es la cantidad menor del analito presente en una muestra que puede ser analizada con precisión y exactitud.

Existen varios métodos para determinar estos límites:

- *Método basado en la relación señal /ruido.* Se considera límite de detección a la concentración de analito que proporciona una señal 3 veces superior al ruido de fondo obtenido tras el análisis de una muestra blanco (que no contenga analito). Se considera límite de cuantificación

a la concentración de analito que proporcione una señal 10 veces superior al ruido de fondo.

- *Método basado en la desviación estándar de la respuesta y de la pendiente.* Se construye una recta de calibrado cercana al límite de cuantificación. Se obtiene la pendiente (b en la ecuación), el área media y la desviación estándar para cada uno de los niveles de concentración. Se hace una nueva recta de regresión en las que las ordenadas son las desviaciones estandar y las abscisas las concentraciones de analito. La intersección de esta recta es el valor S de la ecuación:

$$C = K \times S / b \times \sqrt{n}$$

en donde:

C= concentración del analito en el límite de detección o cuantificación

K = constante igual a 10 para LC e igual a 3 para LD

S = desviación estándar de la respuesta

b = pendiente de la recta de calibrado

n = número de análisis

La tabla 3.9 recoge los límites de detección y cuantificación de de todos los analitos estudiados en este trabajo, calculados siguiendo el método basado en la desviación estándar de la respuesta y de la pendiente.

Tabla 3.9 Límites de detección y límites de cuantificación de los analitos

IONES	LD (mg/L)	LC (mg/L)
Li ⁺	1.694	0.2
NH ₄ ⁺	0.483	0.5
Na ⁺	1.147	0.5
Mg ²⁺	4.735	5
K ⁺	0.602	0.5
Ca ²⁺	10.723	10
F ⁻	0.537	0.5
NO ₂ ⁻	5.329	0.05
NO ₃ ⁻	0.114	5
SO ₄ ²⁻	10.337	10
PO ₄ ³⁻	2.248	4
Cl ⁻	5.876	2

La Linealidad y curvas de calibrado

La mayor parte de las medidas tomadas a partir de métodos analíticos, no corresponden propiamente al parámetro que interesa, sino que este es obtenido por la transformación matemática del dato medido. De hecho en cromatografía se obtiene como medida el área del pico, que debe de ser convertida en la concentración del analito u otra medida derivada de esta (ej: porcentaje).

La linealidad es el procedimiento que describe la relación existente entre la medida y la concentración del analito dentro de un rango establecido. El rango, se define como un intervalo entre la menor y mayor concentración del analito en el que se ha demostrado que el método es lineal, preciso y exacto. La medida cromatográfica área de pico es, generalmente directamente proporcional a la variable de concentración del analito, por lo que la relación entre ambas variables puede expresarse matemáticamente como una recta de regresión del tipo " $y = a x + b$ ", obtenida por un método de ajuste (habitualmente por mínimos cuadrados) y en donde y es la variable dependiente y representa a la respuesta (área del pico), x es la variable independiente o concentración de analito, b la pendiente y a la ordenada en el origen.

El estudio de linealidad consiste en la construcción de esta recta de regresión, denominada mas habitualmente recta de calibrado, a partir del análisis de un mínimo de cinco concentraciones crecientes de analito (Thompson et al., 2002), dentro del rango de interés y analizadas preferentemente por triplicado.

Los resultados obtenidos para los patrones de los analitos en estudio se recogen a continuación.

Tabla 3.10 Ecuaciones de las rectas de calibrado

Analito	Ecuación de la recta	R
Litio	$Y = 2.561 X - 0.002$	1.000
Sodio	$Y = 9.408 X - 0.210$	1.000
Amonio	$Y = 8.387 X - 0.087$	0.997
Potasio	$Y = 17.698 X + 0.059$	1.000
Magnesio	$Y = 5.265 X + 0.336$	1.000
Calcio	$Y = 7.889 X + 2.369$	0.999
Fluoruros	$Y = 2.244X + 0.032$	1.000
Cloruros	$Y = 3.677X + 0.451$	1.000
Nitritos	$Y = 5.634X + 0.032$	0.999
Nitratos	$Y = 6.678X + 0.787$	1.000
Fosfatos	$Y = 11.897X + 1.103$	1.000
Sulfatos	$Y = 4.960X + 1.341$	1.000

Curvas de calibrado para cationes y aniones

Las curvas de calibrado de los cationes y aniones corresponden a las figuras 3.2 hasta 3.17. Todas tienen $R > 0.99$, incluso con valor $R = 1.000$ en la mayoría de ellas.

Figura 3.2. Curva de calibrado del ión Litio

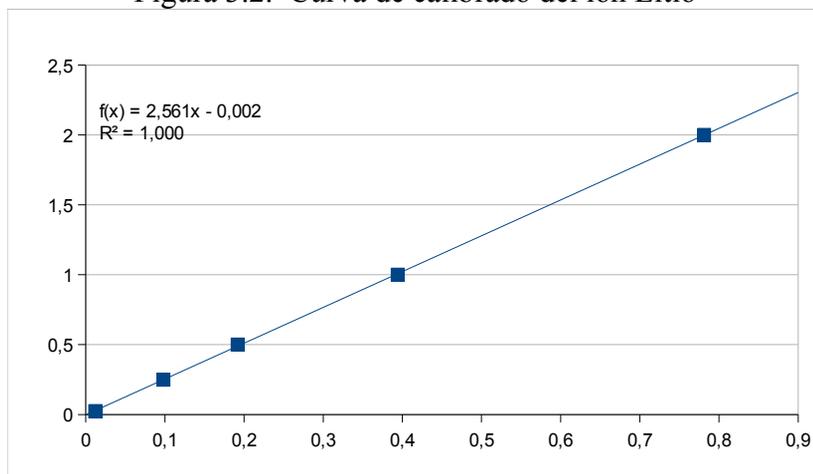


Figura 3.3. Curva de calibrado del ión Amonio

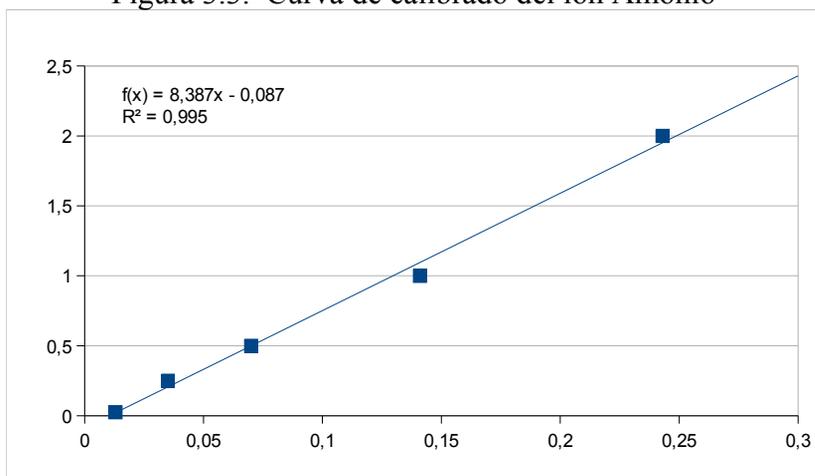


Figura 3.4. Curva de calibrado del ión Sodio

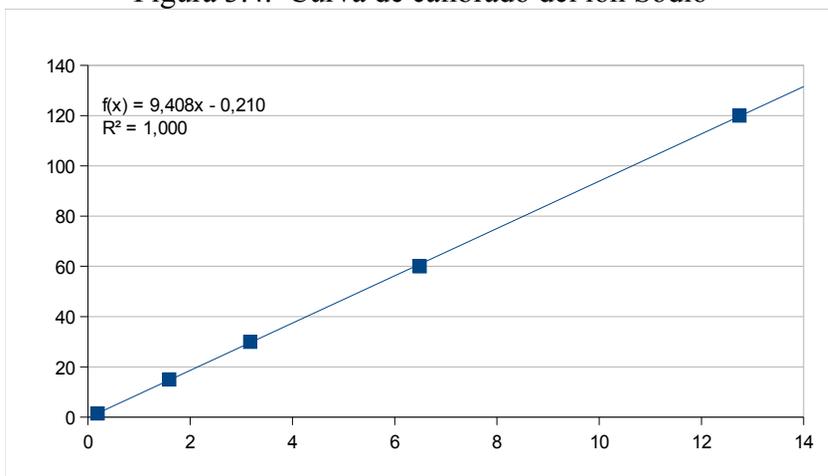


Figura 3.5. Curva de calibrado del ión Magnesio

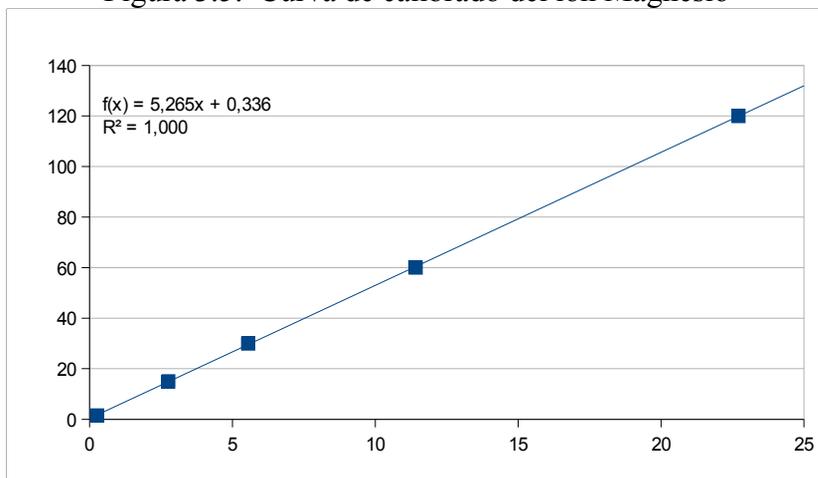


Figura 3.6. Curva de calibrado del ión Potasio

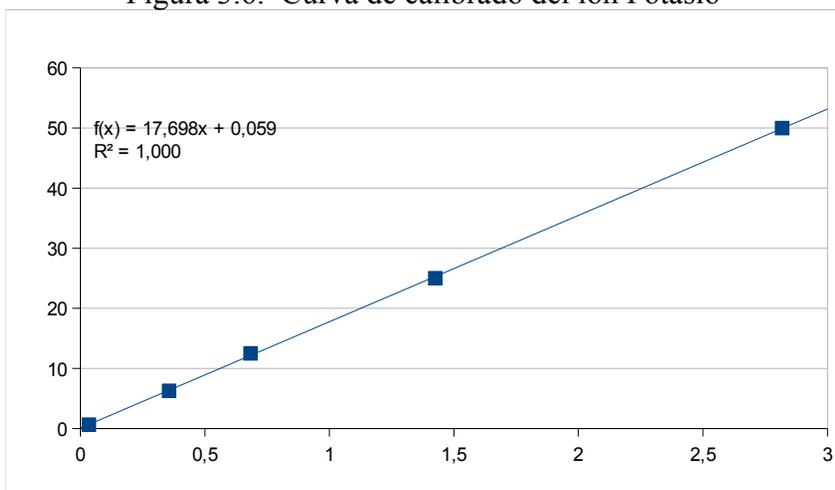


Figura 3.7. Curva de calibrado del ión Calcio

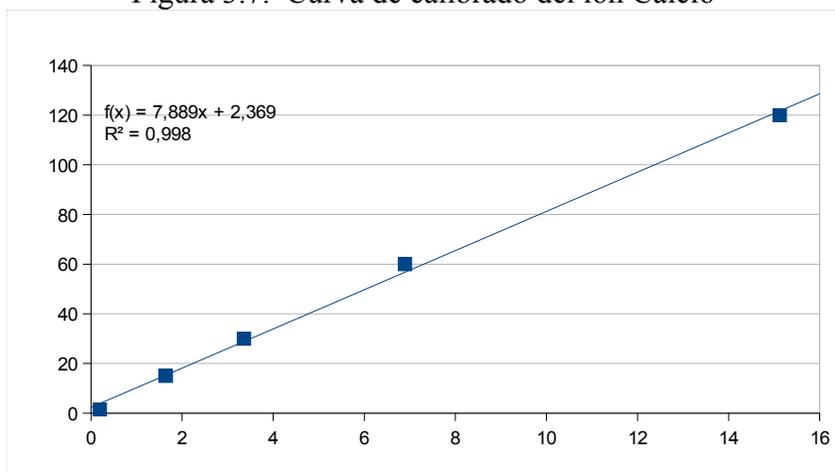


Figura 3.8. Curva de calibrado del ión Fluoruro

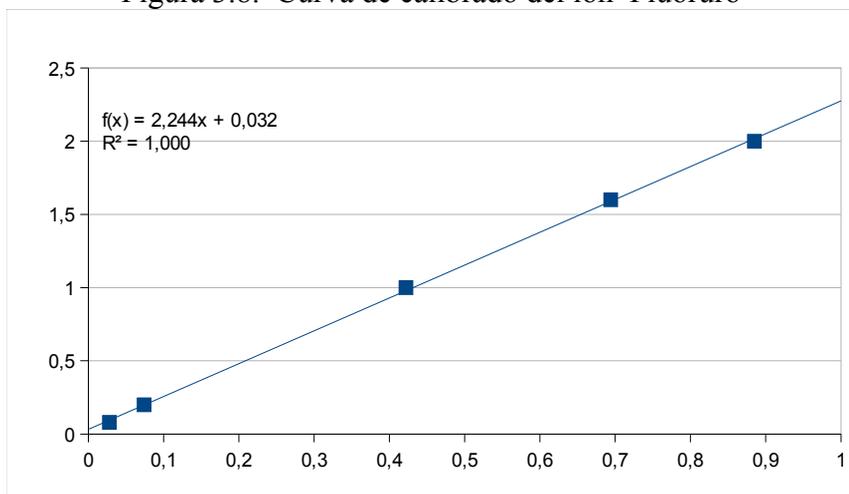


Figura 3.9. Curva de calibrado del ión Nitritos

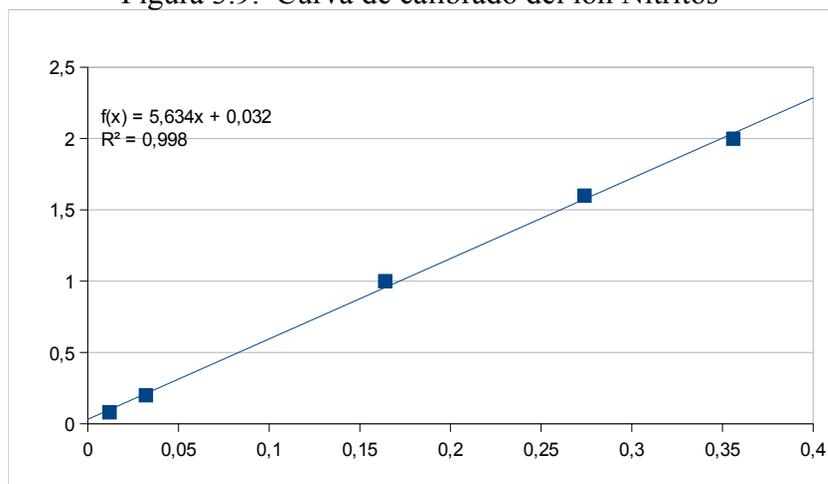


Figura 3.10. Curva de calibrado del ión Nitratos

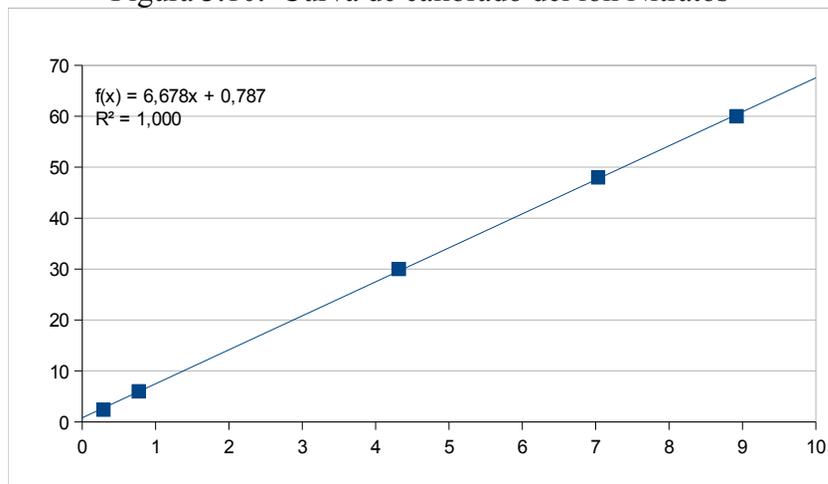


Figura 3.11. Curva de calibrado del ión Sulfatos

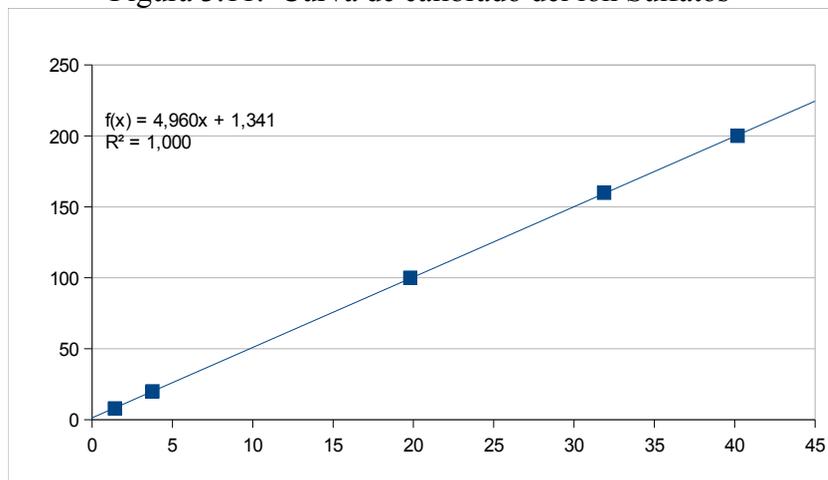


Figura 3.12. Curva de calibrado del ión Fosfato

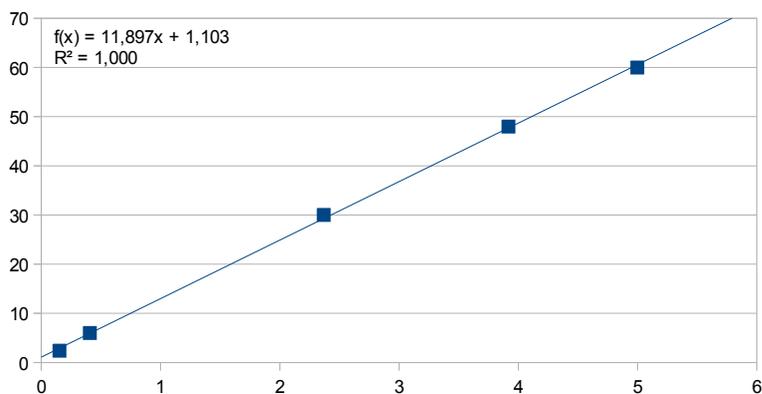
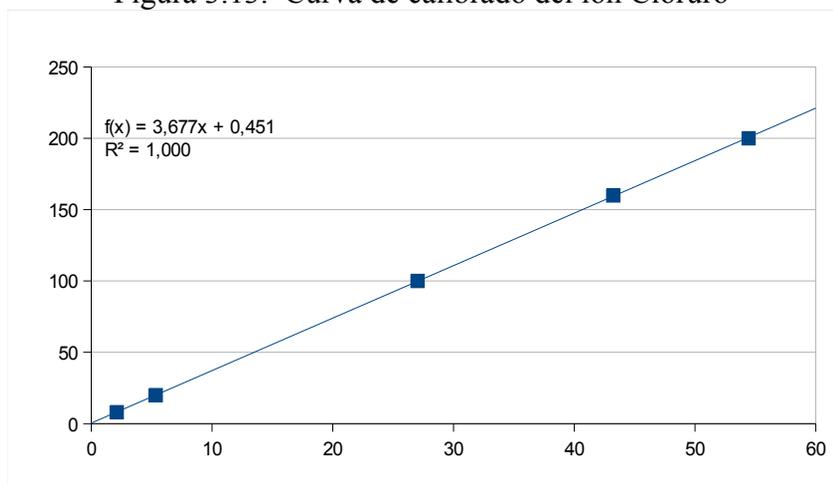


Figura 3.13. Curva de calibrado del ión Cloruro



Para asegurar la validez de las líneas de calibrado, se mide un material de referencia certificado, al inicio de la sesión de trabajo, cada diez muestras o al finalizar la serie de muestras.

3.1.3 Inyección y análisis de las muestras

Se rellena los recipientes de vidrio con la fase móvil, los eluyentes de cationes por un lado y los eluyentes de aniones por otro, además del recipiente

que contiene el supresor químico, necesario para el análisis de aniones. A continuación, se purgan las bombas.

Una vez comprobada la estabilidad de la línea base, se procede a pinchar las muestras. En el presente trabajo, el cromatógrafo iónico está provisto de un carrusel dispensador de las muestras, de forma automática.

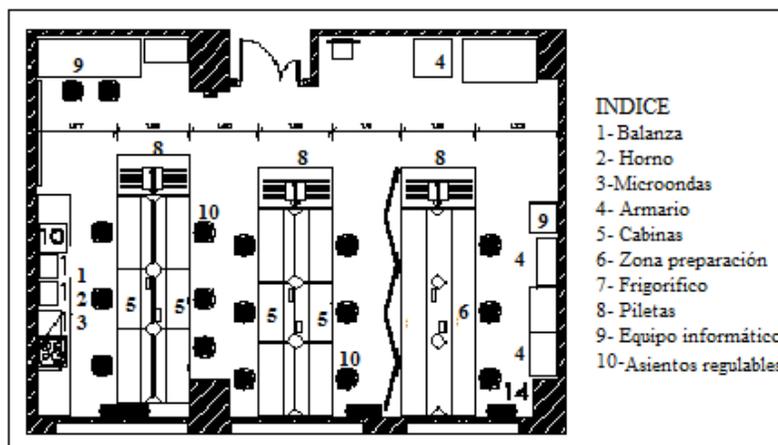
La estabilización de la línea base se alcanza a los 30 min, tiempo a partir del cual se realiza la primera inyección.

Al finalizar el análisis, se obtienen cromatogramas de cationes y aniones por separado, de cada muestra analizada.

3.2 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial se ha llevado a cabo en el panel de cata del Seminario de Estudios Gastronómicos y Enológicos de la Universidad Granada (SEGE).

Figura 3.14 Sala de Cata Multidisciplinar del SEGE



La sala de cata está provista de 12 cabinas de cata, una zona de preparación de muestras, piletas, frigorífico, lavaplatos, estufa, microondas, balanza, armarios y material de cata.

Las cabinas son idénticas y se sitúan una al lado de otra, separadas mediante mamparas. Están realizadas con un material de fácil de limpiar y de mantener. Los asientos son cómodos y de altura regulable.

Las condiciones ambientales (temperatura, humedad, ventilación e iluminación) son adecuadas para el desarrollo de los ensayos de forma confortable.

Figura 3.15 Disposición de una cabina de cata



Previamente a la cata, el jefe de panel decidirá las muestras que se analizarán organolépticamente, el orden de cata y los catadores personas catadoras que intervendrán en la sesión.

La temperatura de las aguas en el momento de la cata sería:

- Agua sin gas carbónico: 11 a 14°C
- Agua con gas carbónico: 6 a 8°C

Sea agua con gas carbónica o sin gas, ambas se catan en el mismo tipo de copa, contemplada en la figura 3.16.

Figura 3.16. Copa de cata de agua



Como se observa en la figura, la copa tiene una forma que favorece que el calor de la mano se transmita al agua mineral, lo que ayuda a percibir los aromas.

Las copas estarán codificadas, para ello se enumeran de manera aleatoria con tres dígitos cada una, diferentes para cada muestra y para cada persona catadora, quienes desconocerán su relación con el agua a valorar.

Los catadores previamente convocados conforme vayan llegando a la sala de cata se situaran en la cabina asignada previamente.

El orden de cata se llevará a cabo según indicaciones del jefe de panel y en la hoja de perfil cada catador asignará la puntuación en una línea de intensidad para cada descriptor, oscilando según cada intensidad de 0 a 10.

En la figura 3.17, se representa la hoja de perfil utilizada en la valoración organoléptica, donde tiene que ir identificado el catador que realiza el ensayo y la fecha en la que se ha realizado el análisis sensorial. También dispone de un apartado de observaciones donde se anota si se presenta alguna característica que no está contemplada a en la ficha de cata.

Figura 3.17 Hoja de perfil para el análisis sensorial del agua envasada

 Universidad de Granada	Sala de Cata Multidisciplinar del SEGE (Universidad de Granada)	Página 1 de 2	 sege
HOJA DE PERFIL DE CATA DE AGUA MINERAL NATURAL			

FASE VISUAL:

Color (limpia, brillante y transparente) Si No

Efervescencia _____

Observaciones: _____

FASE OLFATIVA:

Ausencia de olores Si No

Observaciones: _____

FASE GUSTATIVA:

Dulce _____

Salado _____

Amargo _____

Ácido _____

Estructura _____

Metálico _____

Astringencia _____

Carbonatación:

Agujas _____

Espuma _____

Observaciones: _____

Nombre del catador: _____

Fecha: _____ Hora de la cata: _____ Código de la muestra: _____

Firma: _____

El jefe de panel, con los resultados obtenidos y aplicando un tratamiento estadístico adecuado, emitirá el resultado del ensayo, siempre que el panel sea homogéneo.

3.3 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL

En este capítulo se va a ir desarrollando conjuntamente los métodos utilizados en los distintos apartados realizados en la investigación epidemiológica nutricional, con el material preciso para resolver cada una de las técnicas metodológicas descritas.

3.3.1 Índices para evaluar la calidad de la dieta.

La complejidad de la dieta humana incita a los investigadores a buscar los medios más adecuados para evaluar cualitativa y cuantitativamente, no sólo el consumo de los alimentos y la adecuación de nutrientes, sino relacionar

Para llevar a cabo la evaluación global de la dieta, es necesario analizar el patrón de consumo de alimentos ponderando los diversos componentes de una dieta sana. Para este estudio y por proximidad al Mediterráneo se ha considerado de interés estimar el seguimiento de esta población del modelo de dieta mediterránea utilizando para ello el Índice de Dieta Mediterránea publicado inicialmente por Trichopoulou et al 2003

3.3.2 Índice de la dieta mediterránea (*Mediterranean Diet Score*, MDS).

Este índice analiza el seguimiento del Patrón de Dieta Mediterránea (*Mediterranean dietary pattern*, MDP); la valoración de la dieta mediterránea se empezó a utilizar por Willet et al. (1995) y una escala indicando el grado de seguimiento del patrón tradicional de consumo griego fue construida por Trichopoulou y al. (1995) y posteriormente revisada para incluir la ingesta de pescado (Trichopoulou y al., 2003). Así, el MDS se basa en asignar una puntuación de 0 a 1 de acuerdo con la ingesta diaria de cada uno de los nueve

componentes en que se simplifica la dieta mediterránea tradicional griega: elevado *ratio* AGM/AGS, alto consumo de frutas y frutos secos, verduras, legumbres y cereales (incluyendo pan y patatas), pescado; moderado consumo de leche y productos lácteos; y bajo consumo de carne y productos cárnicos y alcohol procedente del vino estableciendo un valor máximo y mínimo de calidad de consumo y diferente para población masculina y femenina. Las medianas de la ingesta de cada componente de la muestra total, diferenciadas por sexo, son tomadas como puntos de corte (Costacou et al., 2003). Para cada componente, un individuo recibe un punto positivo si su ingesta es superior a la mediana de la muestra en caso de componentes “protectores” (frutas, verduras, etc.) y cero si su ingesta es superior a la mediana de la muestra para componentes “no protectores” (productos cárnicos y lácteos). De esta forma, la suma de la puntuación obtenida para todos los componentes podía ir desde 0 (mínimo seguimiento de la DM) hasta 9 (máximo seguimiento de la DM).

3.3.3 Mediterranean Diet Serving Score (MDSS)

Se trata de un índice que analiza el patrón dietético mediterráneo y lo ha propuesto Monteagudo et al, 2015. Incluye las recomendaciones de la Dieta Mediterránea (Bach-Faig et al., 2011).

El MDSS es un instrumento fácil y válido que permite evaluar la adherencia a la dieta mediterránea, basándose en el consumo de alimentos y grupos de alimentos por comida, día y semana.

Puede ser útil en futuros programas de educación nutricional para prevenir enfermedades crónicas no transmisibles en poblaciones jóvenes.

Su aplicación no solo tendrá un impacto importante a corto y a largo plazo sobre la salud de las personas, sino también sobre el gasto en los cuidados de la salud.

3.3.4 Programas usados para el tratamiento estadístico de los datos y test estadísticos empleados.

Los datos obtenidos se codifican en bases de datos y se utilizan para su análisis los siguientes programas:

- Paquete informático Microsoft Office: en concreto se utilizará Microsoft Excel para la creación de la base de datos de los resultados del cuestionario de consumo de alimentos.
- Programa estadístico SPSS 20.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA): Mediante este programa se realizará el análisis de las distintas variables continuas y cualitativas codificadas en la base de datos, para la obtención de conclusiones del estudio realizado.

Se aplicaron test paramétricos y no paramétricos, se utilizaran los test de comparación de medias (test T y ANOVAS), tablas de contingencia y correlaciones (estadístico χ^2). Regresión logística. El grado de significación de los test se sitúa en $p \leq 0.05$. Se ha utilizado el programa DIAL 1.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS

1.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE CATIONES Y CATIONES

Los resultados del análisis cromatográfico efectuado sobre las 17 muestras de agua mineral envasada se contemplan en las tablas mostradas en el presente capítulo, separadas en aguas de mineralización débil por un lado y aguas de mineralización media y alta por otro lado.

Tabla 4.1 Resultados del análisis de cationes en aguas con mineralización débil

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Li ⁺	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
NH ₄ ⁺	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	2.3	<0,5	<0,5
Na ⁺	25	2.8	49	6.6	37	39	15	7.6	32	38	12	60
Mg ²⁺	8	38	11	26	< 5	6	39	22	7	12	7	10
K ⁺	2.2	0.9	7.4	1	0.5	0.8	0.6	5.6	0.9	3.1	1.3	0.7
Ca ²⁺	16	54	18	72	14	15	51	68	15	68	145	14

Las muestras de agua 12, 3, 6, 10 y 9 presentan un contenido medio alto en sodio, por encima 20 mg/L.

El contenido en calcio en la muestras analizadas es muy variable. Las muestras 5 y 12 presentan muy bajos niveles (14 mg/L), mientras que la muestra 11 tiene el contenido más elevado (145 mg/L).

Respecto al catión magnesio, sus niveles oscilan desde concentraciones muy pequeñas a 39 mg/L.

Tabla 4.2 Resultados de análisis de aniones en aguas con mineralización débil

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F ⁻	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,3	< 0,2	< 0,2
NO ₂ ⁻	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
NO ₃ ⁻	< 5	9	10	5	< 5	< 5	10	7	< 5	11	10	15
SO ₄ ²⁻	44	< 10	12	14	< 10	15	< 10	123	19	17	44	21
PO ₄ ³⁻	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Cl ⁻	12	< 10	< 10	8	39	60	33	5	51	26	25	92

El contenido en iones fluoruros, nitritos y fosfatos no son significativos. Respecto a los sulfatos, se observan unos niveles considerables en la muestra 8 (123 mg/L) y niveles muy bajo en el resto de las muestras.

Tabla 4.3 Resultados del análisis de cationes en aguas con mineralización media y alta

	13	14	15	16	17
Li ⁺	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0,2
NH ₄ ⁺	2.4	<0.5	<0.5	<0.5	2.7
Na ⁺	260	3.7	145	128	9.5
Mg ²⁺	54	47	41	25	92
K ⁺	27	1	3.4	2.1	4
Ca ²⁺	91	65	67	52	453

La muestra 13 presenta unos niveles muy altos de sodio (260 mg/L) y muy bajos en la muestra 14.

El contenido en calcio es muy notable en la muestra 17, llegando a 453 mg/L. Se trata del valor más alto encontrado en todas las aguas analizadas.

Tabla 4.4 Resultados del análisis de aniones en aguas de mineralización media y alta

	13	14	15	16	17
F ⁻	1.4	<0.2	<0.2	<0.2	0.4
NO ₂ ⁻	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
NO ₃ ⁻	11	24	8	7	17
SO ₄ ²⁻	15	11	21	159	1261
PO ₄ ³⁻	<4	<4	<4	<4	< 4
Cl ⁻	292	<10	252	71	11

Los niveles de nitritos, fosfatos y fluoruros son insignificantes, aunque esos últimos se han encontrado en concentración muy baja en la muestra 17 (0.4 mg/L), El contenido en sulfatos es muy alto en esa misma muestra (1261 mg/L) y altos en la muestra 16 (159 mg/L). En las demás muestras resulta ser muy bajo.

Respecto a los cloruros, se encuentran valores altos en las muestra 13 (292 mg/L) y 15 (252 mg/L) y muy bajos en la muestra 17 (11 mg/L).

1.2 CROMATOGRAMAS

Los cromatogramas que se muestran en las figuras 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, son representaciones gráficas de los niveles de cationes y aniones de dos muestras representativas.

Figura 4.1 Cromatograma de cationes de una muestra de agua de mineralización baja

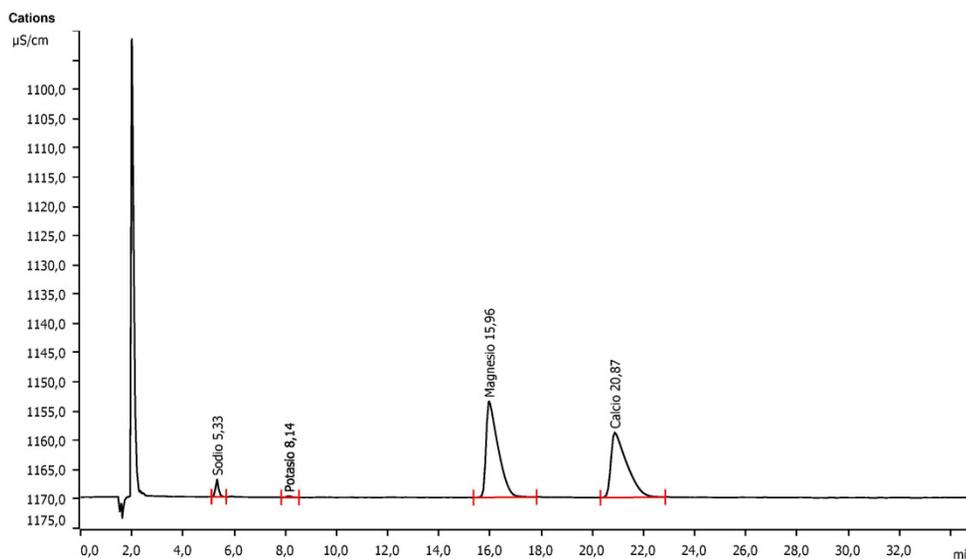


Figura 4.2 Cromatograma de aniones de una muestra de agua de mineralización baja

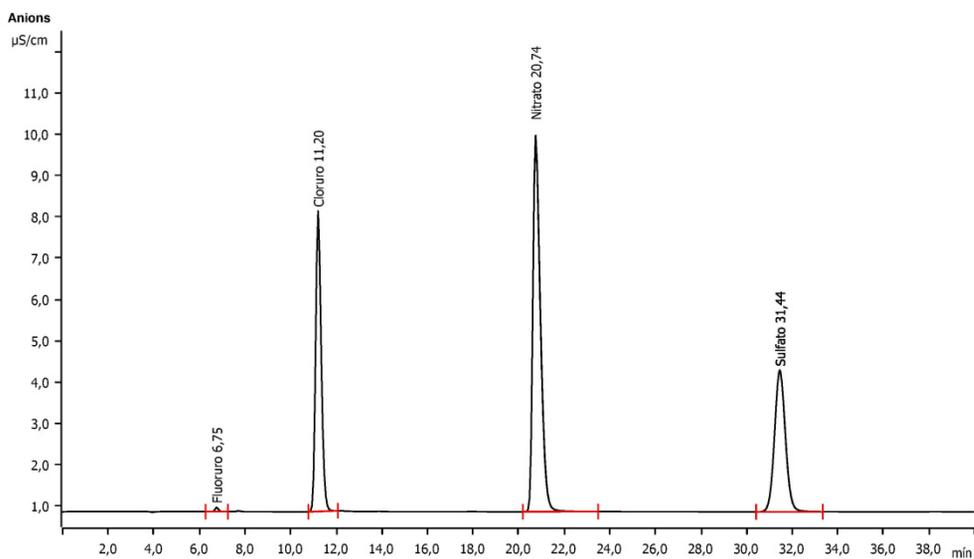


Figura 4.3 Cromatograma de cationes de una muestra de agua de mineralización media

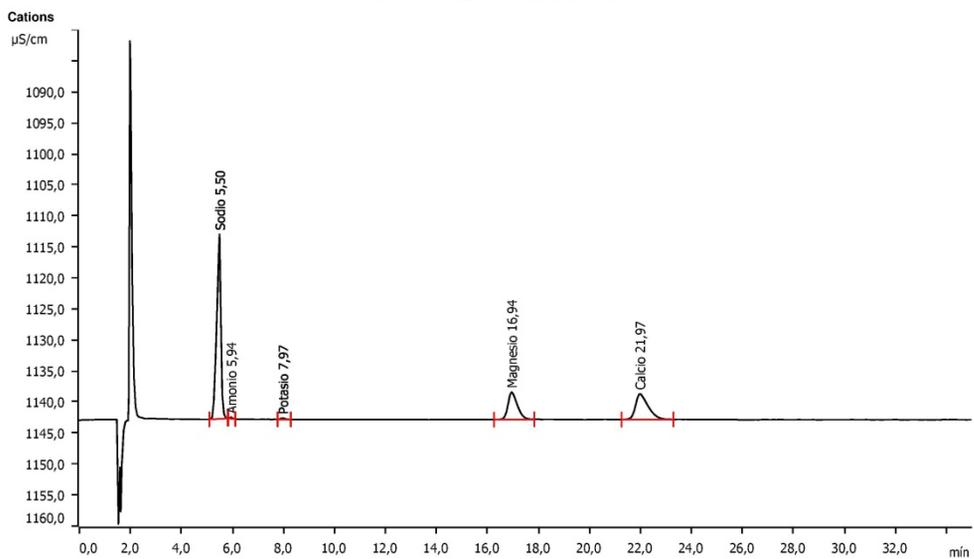
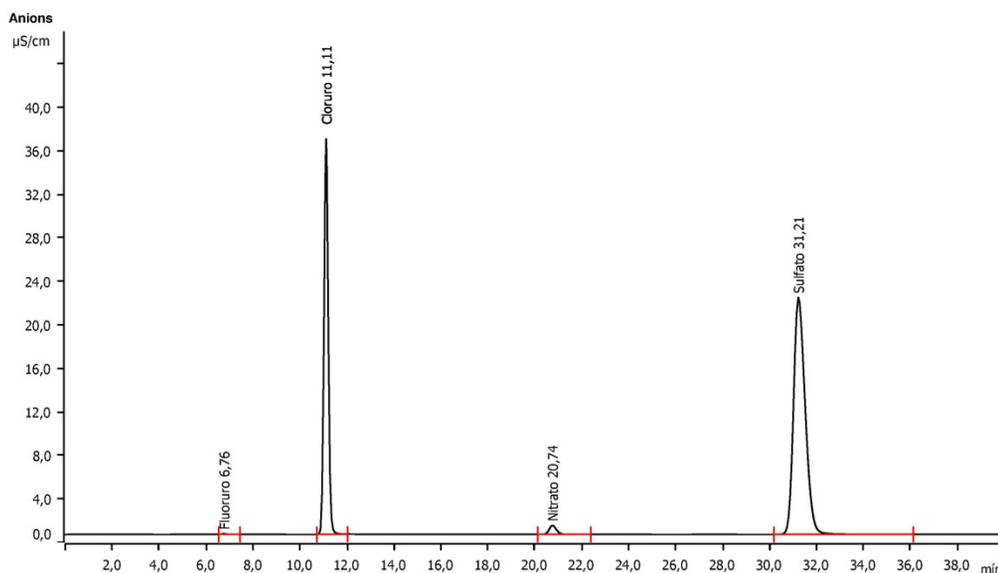


Figura 4.4 Cromatograma de aniones de una muestra de agua de mineralización media



Se observan claramente los picos correspondientes a los cationes y aniones objeto de análisis. El único pico que no se ve es el correspondiente al nitrito, hecho que se debe a que los niveles de este ión en todas las agua analizadas es ≤ 0.05 mg/L.

A partir de la información obtenida en el cuestionario se procedió a la compra en el mercado local de los distintos tipos de agua envasada, un total de 17 marcas. El análisis mediante la técnica de cromatografía de intercambio iónico permitió conocer el contenido en los iones Ca, Mg, Na y K.

Los artículos publicados en los últimos años recogen el contenido medio de cationes en aguas envasadas por diferentes procedimientos tales como la declaración de las etiquetas de los envases (Martínez-ferrer et al., 2008; Wynn et al., 2009; Santos et al., 2010), o bien mediante el análisis directo de las muestras de agua procedente de los mercados locales.

La metodología analítica va desde métodos analíticos y volumétricos (Djellouli et al., 2005), hasta absorción atómica (Bertinato y Taylor, 2013) o cromatografía iónica (Vitoria et al., 2014), este último método es el empleado en este trabajo.

Sea cual sea la metodología en todos los casos se muestra un elevado rango para la concentración de los cationes objeto de estudio y coincide con los resultados encontrados por nosotros ya que para el Ca está comprendido entre 453 y 14 mg/L, para el Mg entre 92 y 6 mg/L, para el Na entre 260 y 2.8 mg/L y para el K 27 y 1 mg/L.

La ingesta media de cada uno de estos cationes procedentes del agua de bebida pueden contribuir de forma interesante para alcanzarla RDA recomendada para población adulta. Esta situación la ponen de manifiesto diversos autores, pero los estudios se han realizado con aguas ricas en sales y los resultados no son concluyentes para ingesta de Ca y salud ósea (Wynn et al., 2009) o Ca procedente del agua y función paratiroidea (Guillemant et al., 2002).

En cuanto al Mg existe mayor absorción del mismo cuando la concentración en el agua es elevada y además, la ingesta es en pequeñas porciones de aguay continuadas a lo largo del día. La media de sales encontradas en nuestros análisis permiten la clasificación de las muestras como aguas de mineralización media o débil, valores que coinciden con los publicados por Vitoria *et al.* (2014). Esta composición salina de las aguas de consumo habitual de la población en estudio, no permite concluir que la ingesta de estas aguas contribuya de forma importante a completar la RDA de Ca, Mg, Na y K.

1.3 DIAGRAMAS DE STIFF

Los diagramas de Stiff tienen forma de polígono irregular y simple que se construye uniendo los extremos de segmentos asociados a determinados aniones y cationes ordenados de forma específica. Se trata de una figura que permite apreciar y comparar de forma rápida y sencilla la evolución de un agua. Es muy útil para interpretar los datos obtenidos con el análisis hidroquímico del agua.

Los diagramas de Stiff nos dan una primera información cualitativa del tipo y grado de mineralización del agua (Martínez-Graña, 1998)

En el diagrama de Stiff, el eje vertical de la derecha corresponde a los aniones carbonatos, sulfatos y cloruros y el eje de la izquierda a los cationes calcio, magnesio y sodio. El eje horizontal representa los valores de cationes y aniones expresados en meq/L.

Tabla 4.5 Resultados de cationes y aniones expresados en meq/L

Muestras	Ca ²⁺ (meq/l)	Mg ²⁺ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	SO ₄ ²⁻ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)
1	0.8	0.67	1.09	1.2	0.91	0.34
2	2.7	3.17	1.12	5.1	0.11	0.3
3	0.9	0.92	2.13	3.11	0.25	0.4
4	3.6	2.16	0.29	4.6	0.29	0.22
5	0.7	0.29	1.61	1.2	0.14	1.1
6	0.75	0.5	1.69	0.67	0.31	1.69
7	2.55	3.25	0.65	5.6	0.08	0.93
8	3.4	1.83	0.33	4.19	2.56	0.14
9	0.75	0.58	1.39	0.88	0.39	1.44
10	3.4	1	1.65	6.11	0.35	0.73
11	7.25	0.58	0.52	7.11	0.91	0.7
12	0.7	0.83	2.61	0.72	0.44	2.59
13	4.55	4.5	11.3	6.03	0.31	8.22
14	3.25	3.92	0.16	3.33	0.23	0.2
15	3.35	3.42	6.3	4.6	0.44	7.1
16	2.6	2.08	5.56	4.88	3.31	2
17	22.65	7.66	0.41	6.72	26.27	0.31

Las figuras desde 4.5 hasta 4.21 muestran los diagramas de Stiff correspondientes a las aguas objeto de estudio

Figura 4.5 D. Stiff muestra 1

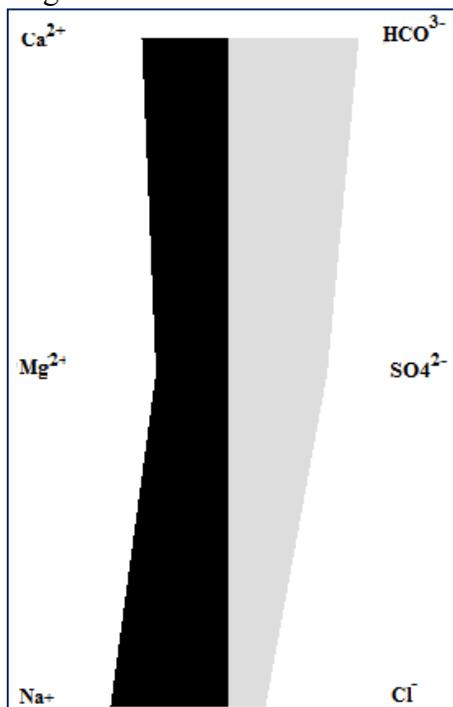


Figura 4.6 D. stiff muestra 2

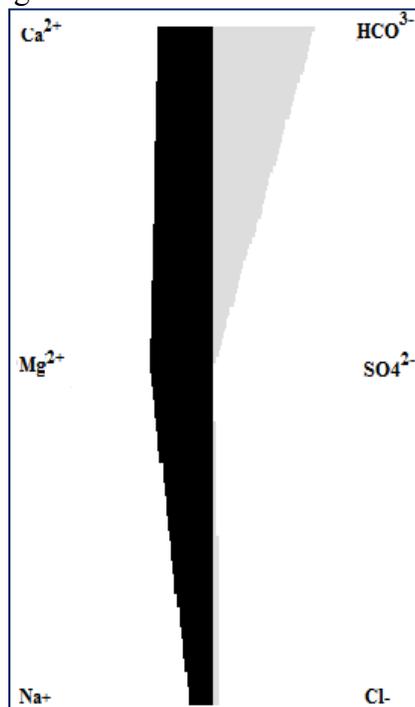


Figura 4.7 D. Stiff muestra 3

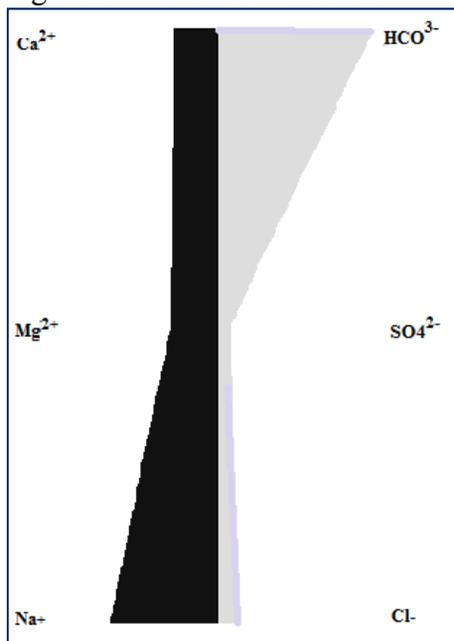


Figura 4.8 D. Stiff muestra 4

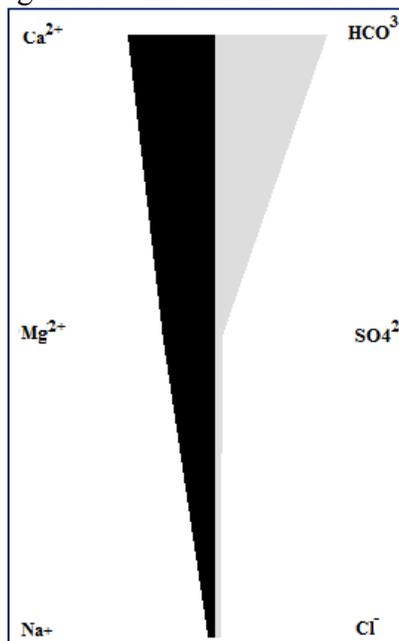


Figura 4.9 D. Stiff muestra 5

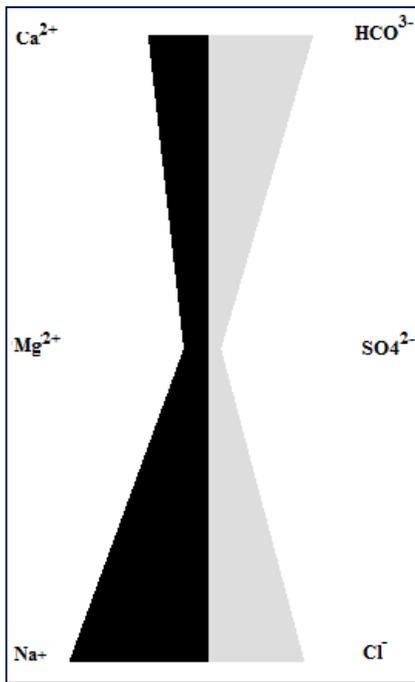


Figura 4.10 D. Stiff muestra 6

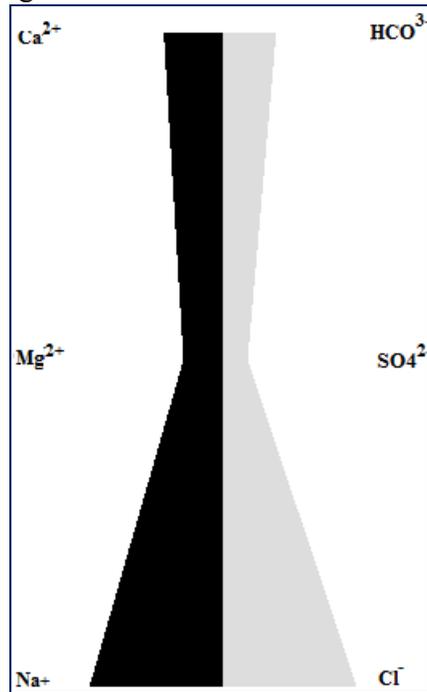


Figura 4.11 D. Stiff muestra 7

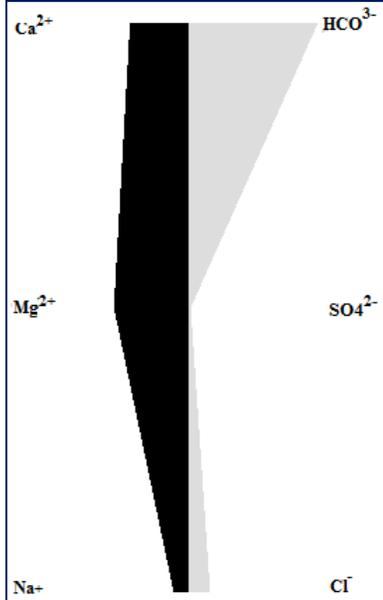
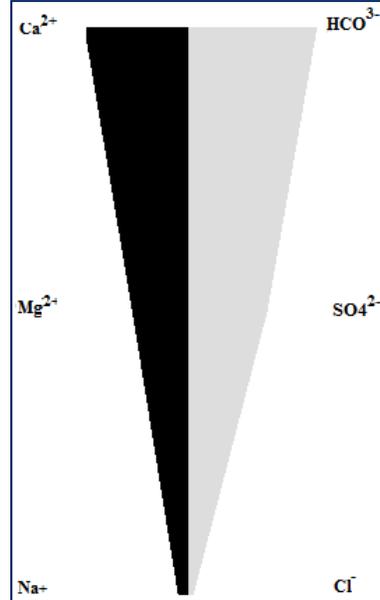


Figura 4.12 D. Stiff muestra 8



7

Figura 4.13 D. Stiff muestra 9

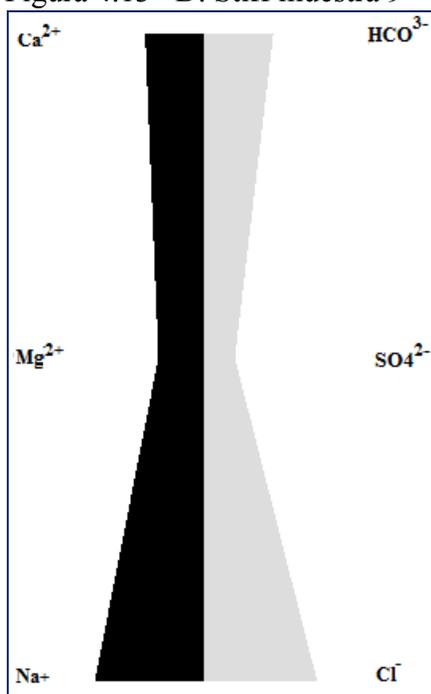


Figura 4.14 D. Stiff muestra 10

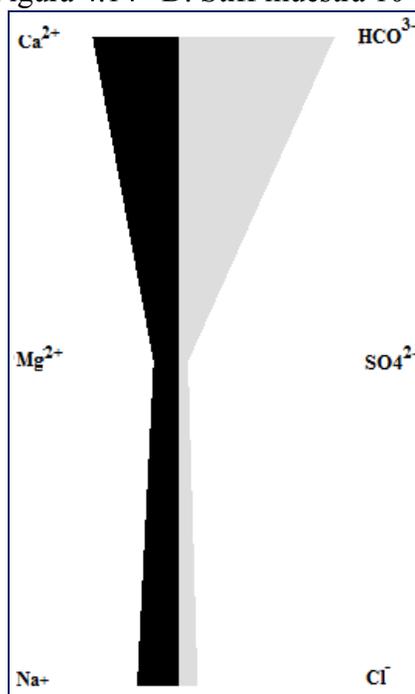


Figura 4.15 D. Stiff muestra 11

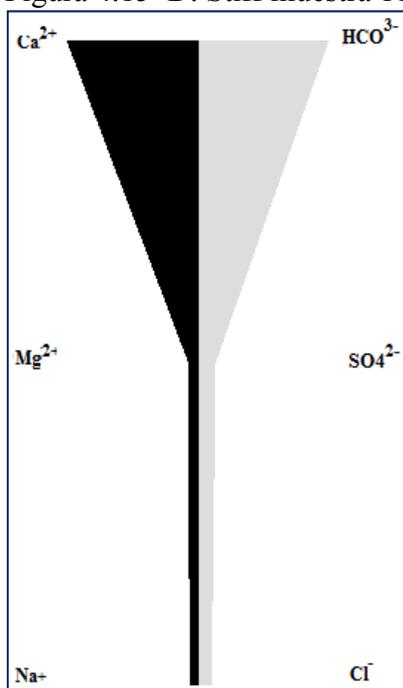


Figura 4.16 D. Stiff muestra 12

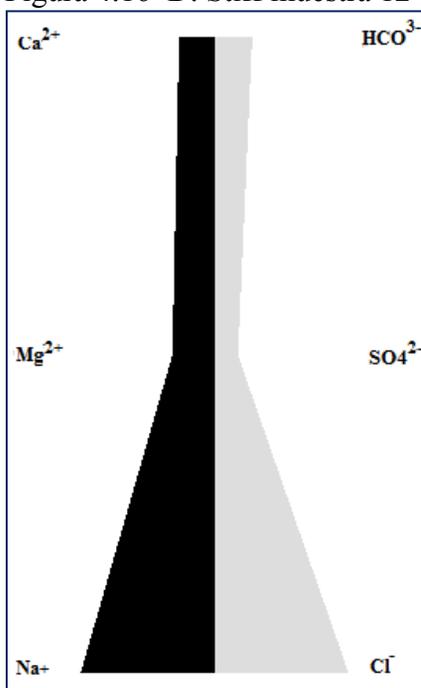


Figura 4.17 D. Stiff muestra 13

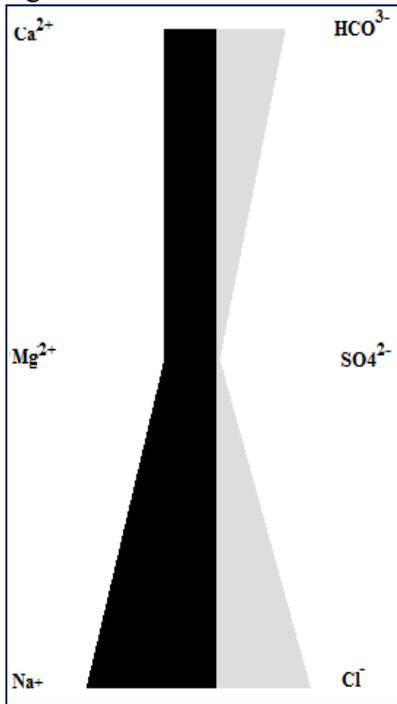


Figura 4.18 D. Stiff muestra 14

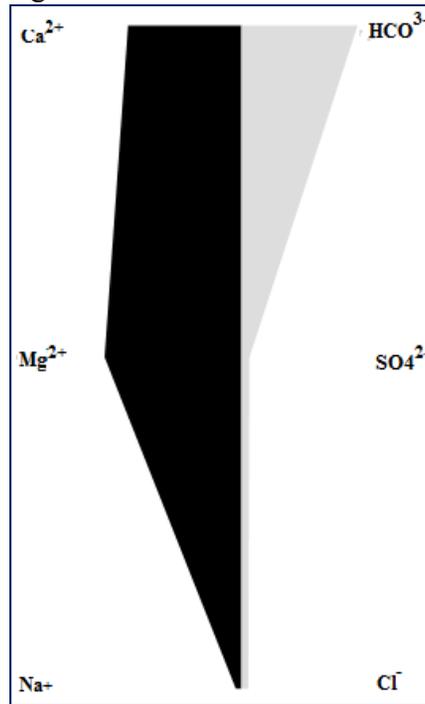


Figura 4.19 D Stiff muestra 15

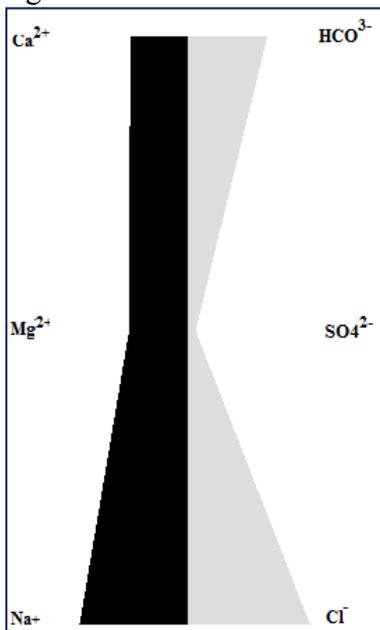


Figura 4.20 D. Stiff muestra 16

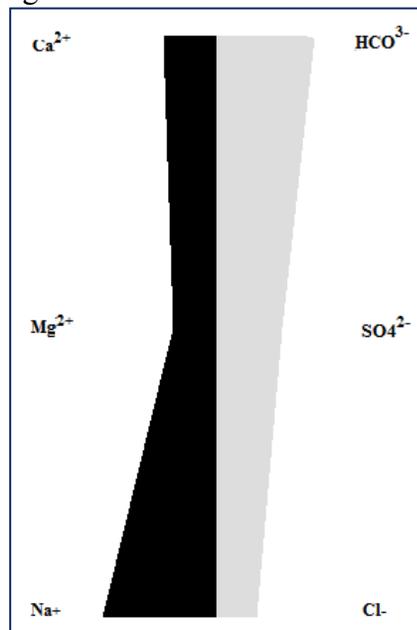
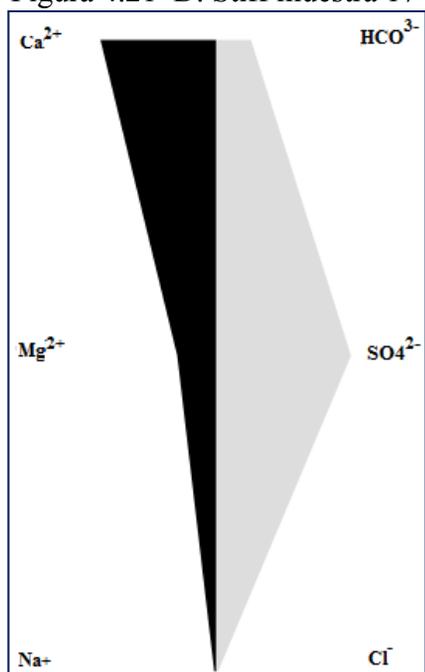


Figura 4.21 D. Stiff muestra 17



Las muestras 2, 4, 7, 8, 11, 14 y 17 son hiposódicas, solamente la muestra n° 13 presenta una concentración por encima de 200 mg/L de sodio (RD1789/201).

La muestra 17 es la única que presenta niveles de calcio por encima de 150 mg/L, además de concentraciones elevadas de sulfatos.

El ión magnesio se encuentra por encima de 50 mg/L en las muestras n° 13 y 17, que pueden consideradas como aguas magnésicas.

El contenido en cloruros de las muestras n° 13 y 15 es alto, considerándose aguas cloruradas.

2- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL

2.1 AGUAS DE MINERALIZACIÓN BAJA

La tabla 4.5 recoge los resultados del análisis sensorial realizados a las 12 muestras de agua de mineralización débil, expresados como mediana, desviación estándar robusta y coeficiente de variación.

Tabla 4.5 Análisis sensorial de las 12 muestras de agua mineral natural de baja mineralización.

COD. AGUAS		*Dul	*Sal	*Ama	*Aci	*Est	*Met	*Ast	*Agu	*Esp
1	Mediana	1.60	2.20	2.20	0.00	4.75	1.50	2.30	0.00	0.00
	DE	0.21	0.21	0.16	0.00	0.21	0.11	0.26	0.00	0.00
	%CV	13.30	9.67	7.44	0.00	4.48	7.64	1.39	0.00	0.00
2	Mediana	2.70	0.00	0.00	0.00	2.85	0.80	0.80	0.00	0.00
	DE	0.23	0.00	0.00	0.00	0.28	0.15	0.10	0.00	0.00
	%CV	8.49	0.00	0.00	0.00	9.76	18.41	12.28	0.00	0.00
3	Mediana	2.40	1.40	1.25	0.00	2.70	0.95	0.00	0.00	0.00
	DE	0.47	0.18	0.23	0.00	0.43	0.18	0.13	0.00	0.00
	%CV	19.78	1.86	18.33	0.00	15.76	18.95	0.00	0.00	0.00
4	Mediana	2.55	0.00	0.00	0.00	2.55	0.50	0.95	0.00	0.00
	DE	0.34	0.00	0.00	0.00	0.26	0.10	0.15	0.00	0.00
	%CV	13.48	0.00	0.00	0.00	10.27	19.64	15.51	0.00	0.00
5	Mediana	2.05	1.90	3.10	0.00	3.95	3.25	0.00	0.00	0.00
	DE	0.31	0.34	0.46	0.00	0.49	0.59	0.18	0.00	0.00
	%CV	15.17	18.09	14.78	0.00	12.43	18.13	0.00	0.00	0.00
6	Mediana	2.95	1.90	3.10	2.05	3.35	2.20	2.55	0.00	0.00
	DE	0.29	0.15	0.34	0.31	0.23	0.21	0.39	0.00	0.00
	%CV	9.99	7.75	11.09	15.17	6.84	9.67	15.41	0.00	0.00
7	Mediana	2.55	0.00	1.25	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	DE	0.15	0.18	0.20	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
	%CV	5.78	0.00	15.71	0.00	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Mediana	1.90	1.25	1.40	0.80	3.95	1.75	0.95	0.00	0.00
	DE	0.26	0.23	0.26	0.15	0.44	0.26	0.15	0.00	0.00
	%CV	13.78	18.33	18.71	18.41	11.19	14.97	15.51	0.00	0.00
9	Mediana	1.75	2.85	2.70	1.90	4.00	1.60	2.30	0.00	0.00
	DE	0.26	0.28	0.31	0.38	0.23	0.18	0.43	0.00	0.00
	%CV	14.97	9.76	11.52	19.81	5.73	11.25	18.50	0.00	0.00
10	Mediana	1.40	1.35	1.90	0.00	3.35	1.40	1.40	0.00	0.00
	DE	0.11	0.21	0.26	0.00	0.34	0.16	0.26	0.00	0.00
	%CV	8.18	15.76	13.78	0.00	10.26	11.69	18.71	0.00	0.00
11	Mediana	1.90	1.60	2.30	3.20	4.90	1.10	1.10	2.85	3.10
	DE	0.15	0.10	0.07	0.11	0.16	0.18	0.13	0.29	0.49
	%CV	7.75	6.14	2.85	3.58	3.34	16.37	11.90	10.34	15.84
12	Mediana	2.85	0.00	1.90	0.00	4.35	1.60	2.05	0.00	0.00
	DE	0.13	0.00	0.13	0.00	0.26	0.26	0.41	0.00	0.00
	%CV	4.59	0.00	3.89	0.00	3.02	16.37	19.98	0.00	0.00

Nota: *Dul: Dulce, *Sal: Salado, *Ama: Amargo, *Aci: Ácido, *Est: Estructura, *Met: Metálico, *Ast: Astringencia, *Agu: Aguja, *Esp: Espuma.

En las figuras que siguen, se representan los diagramas de barras del análisis sensorial realizado a las muestras de baja mineralización.

Figura 4.22 Diagrama de barras de la muestra de agua 1

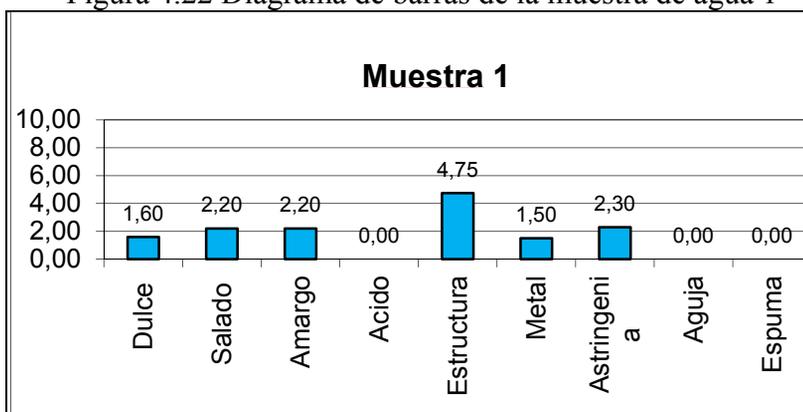


Figura 4.23 Diagrama de barras de la muestra de agua 2

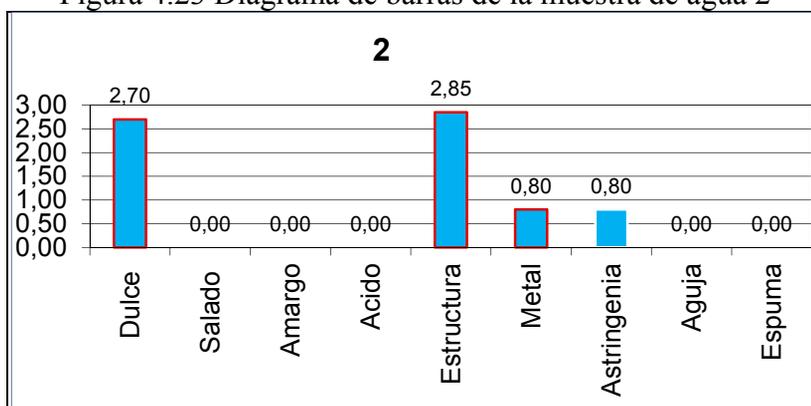


Figura 4.24 Diagrama de barras de la muestra de agua 3

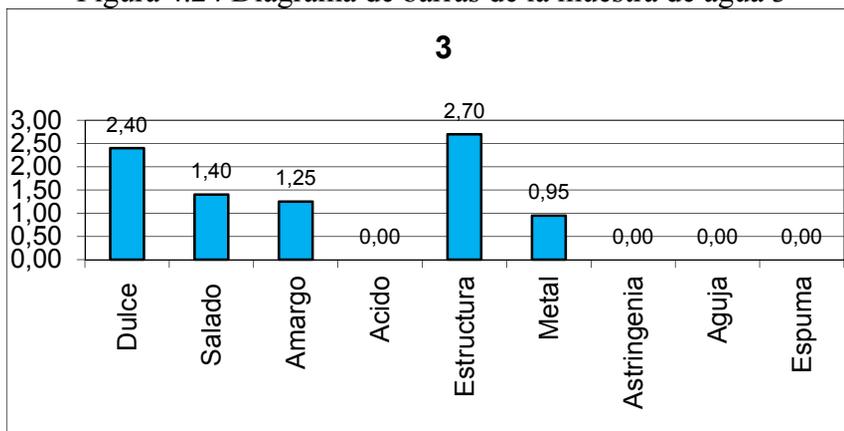


Figura 4.25 Diagrama de barras de la muestra de agua 4

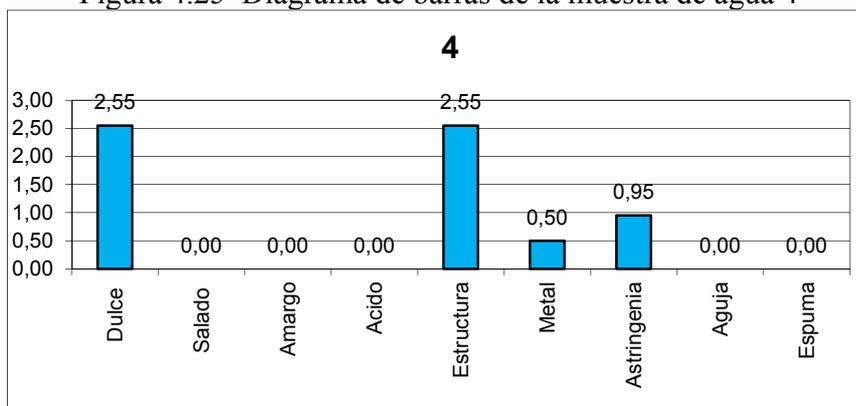


Figura 4.26 Diagrama de barras de la muestra de agua 5

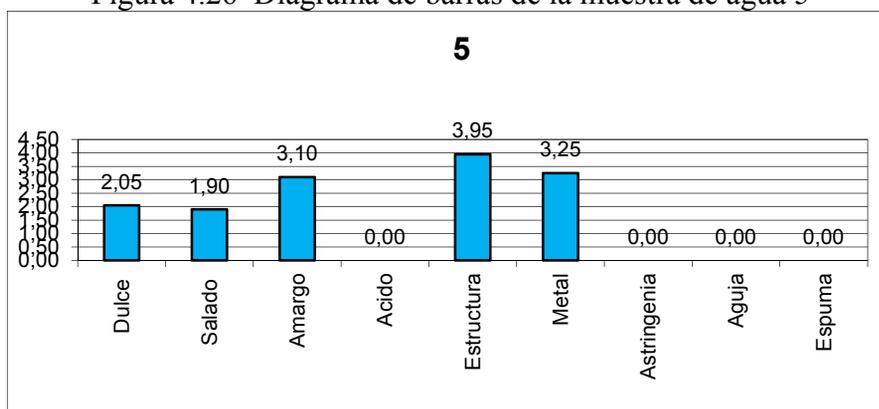


Figura 4.27 Diagrama de barras de la muestra de agua 6

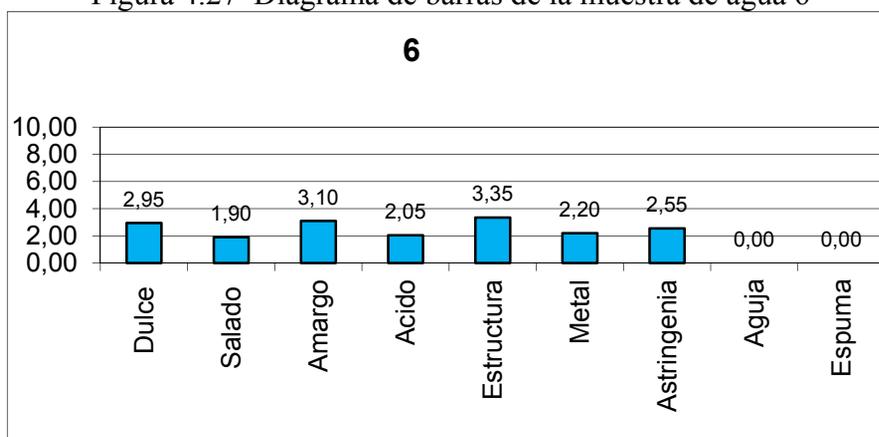


Figura 4.28 Diagrama de barras de la muestra de agua 7

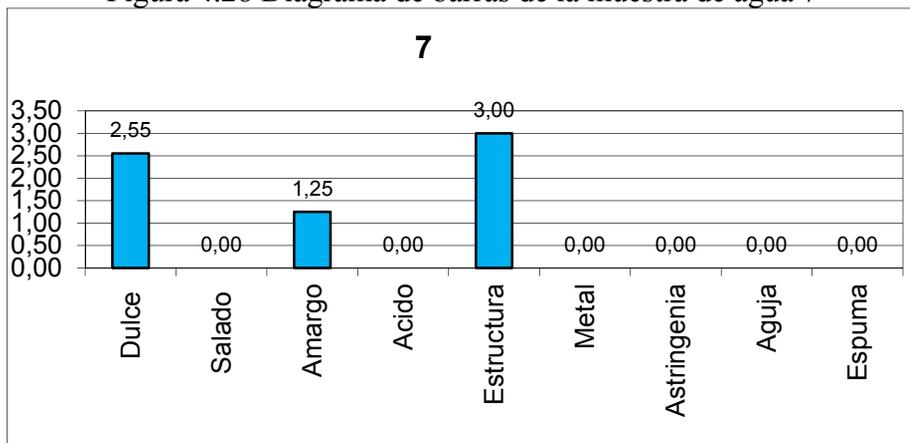


Figura 4.29 Diagrama de barras de la muestra de agua 8

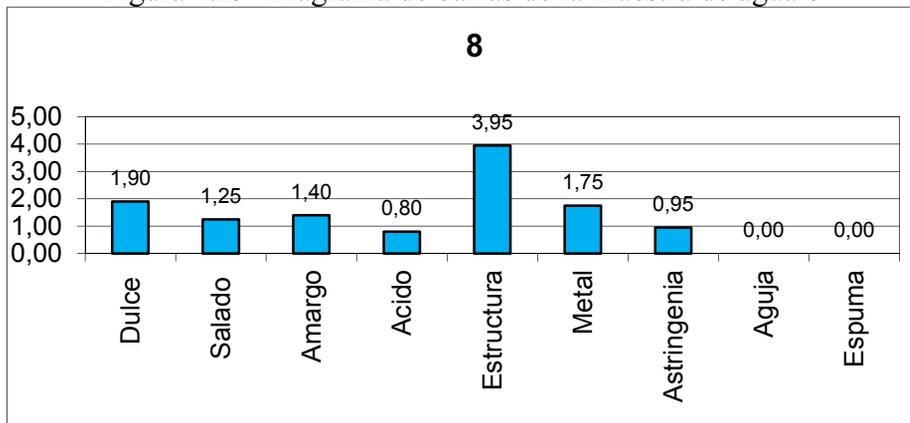


Figura 4.30 Diagrama de barras de la muestra de agua 9

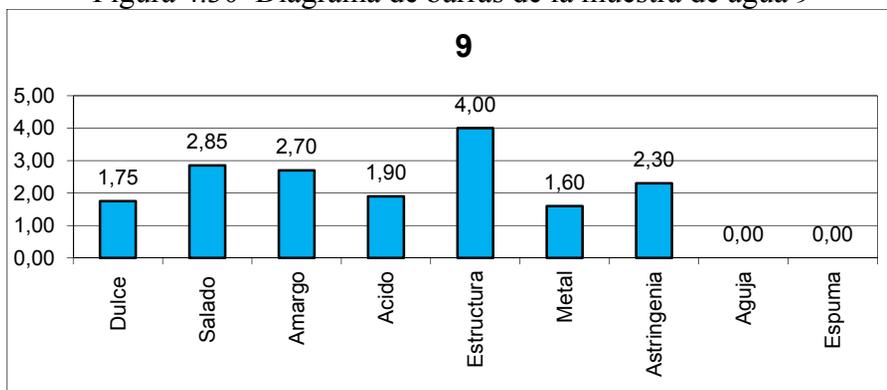


Figura 4.31 Diagrama de barras de la muestra de agua 10

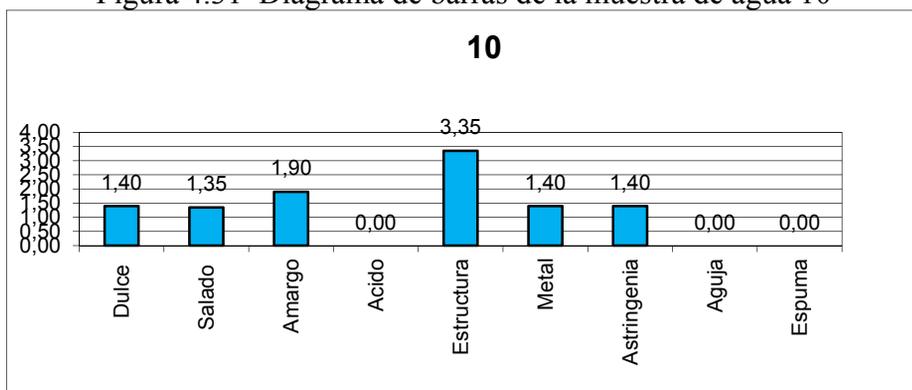


Figura 4.32 Diagrama de barras de la muestra de agua 11

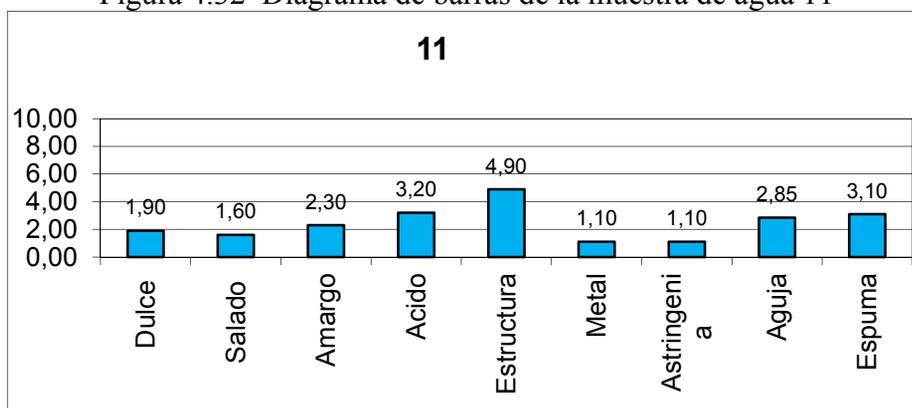
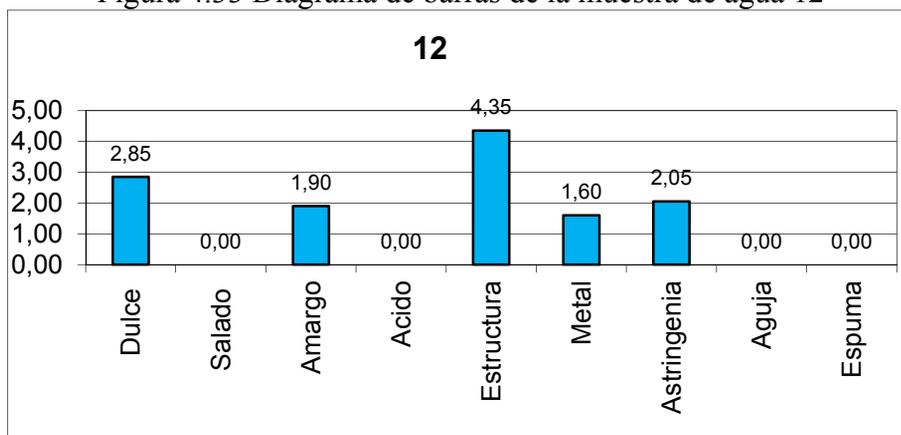


Figura 4.33 Diagrama de barras de la muestra de agua 12



Se muestra en las 12 figuras correspondientes a las 12 muestras de agua de mineralización débil, las intensidades de cada uno de los descriptores objeto de análisis, a través de los diagramas de barra.

En estas muestras, el atributo estructura está en intensidad media baja, seguido de dulce y amargo. Con menor intensidad se encuentran salado, astringencia, metal y ácido. Solo en las aguas carbonatadas se perciben aguja y espuma.

El descriptor salado destaca en las muestras 9, 1, 5 y 6, donde se encuentra en mayor intensidad, apareciendo una intensidad baja, o incluso no llegándose a percibir en el resto de las muestras.

El amargo se hace más notable en las muestras 5 y 6, no destacando en las demás muestras.

Las muestras presentan poca acidez, excepto las muestras 11, 6, 9 y 4.

Las estructuras de estas aguas es media baja, presentando una mayor intensidad en las muestras 11, 1, 12 y 9.

El descriptor metal destaca en las muestras 5, 6, 8 y 9 y es prácticamente inapreciable en la muestra 7.

Las muestras 6, 12 y 2 presentan mayor intensidad del descriptor dulce, siendo intermedias. Las muestras 4, 7 y 3 tienen una intensidad media y las intensidades más bajas corresponden a las muestras 5, 11, 8, 9, 10 y 1.

El atributo astringencia se percibe de forma más elevada en las muestras 6, 9, 1 y 12, mientras en las muestras 5, 7, 3 y 5 no se detecta.

Los atributos aguja y espuma solo se perciben en la muestra 11.

2.2 AGUAS DE MINERALIZACIÓN MEDIA Y ALTA

Se ha realizado la evaluación sensorial de 5 muestras de agua mineral natural de media y alta mineralización. Los resultados se muestran en la tabla 4.6.

Tabla.4.6 Análisis sensorial de las 5 muestras de agua mineral natural de media y alta mineralización.

COD. AGUAS		*Dul	*Sal	*Ama	*Aci	*Est	*Met	*Ast	*Agu	*Esp
13	Mediana	1.90	4.45	3.00	4.75	6.20	0.00	3.85	5.00	2.85
	DE	0.23	0.43	0.11	0.43	0.46	0.00	0.33	0.61	0.44
	%CV	12.06	9.56	3.82	8.96	7.39	0.00	8.50	12.11	15.51
14	Mediana	2.05	2.40	2.20	1.50	4.90	0.00	2.85	0.00	0.00
	DE	0.13	0.28	0.16	0.25	0.31	0.00	0.34	0.00	0.00
	%CV	6.39	11.59	7.44	16.37	6.35	0.00	12.06	0.00	0.00
15	Mediana	2.05	4.75	2.70	4.90	5.70	0.00	3.00	0.00	0.00
	DE	0.13	0.18	0.23	0.11	0.25	0.00	0.31	0.00	0.00
	%CV	6.39	3.79	8.49	2.34	4.31	0.00	10.37	0.00	0.00
16	Mediana	2.20	3.65	2.20	3.50	4.70	0.00	2.05	3.50	4.05
	DE	0.11	0.54	0.16	0.49	0.38	0.00	0.16	0.49	0.70
	%CV	5.21	14.80	7.44	14.03	8.01	0.00	7.98	14.03	17.38
17	Mediana	1.65	2.30	3.35	1.10	6.50	2.20	2.70	0.00	0.00
	DE	0.25	0.34	0.31	0.15	0.34	0.26	0.41	0.00	0.00
	%CV	14.88	14.94	9.28	13.39	5.29	11.90	15.16	0.00	0.00

nota: *dul: dulce, *sal: salado, *ama: amargo, *aci: ácido, *est: estructura, *met: metálico, *ast: astringencia, *agu: aguja, *esp: espuma.

Las figuras mostradas a continuación recogen los diagramas de barras correspondientes a las muestras analizadas de media y alta mineralización, donde se recogen las intensidades de los descriptores.

Figura 4.34 Diagrama de barras de la muestra de agua 13

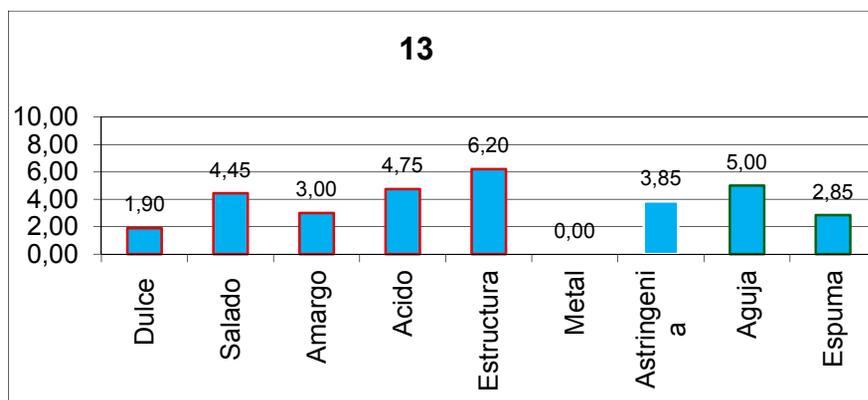


Figura 4.35 Diagrama de barras de la muestra de agua 14

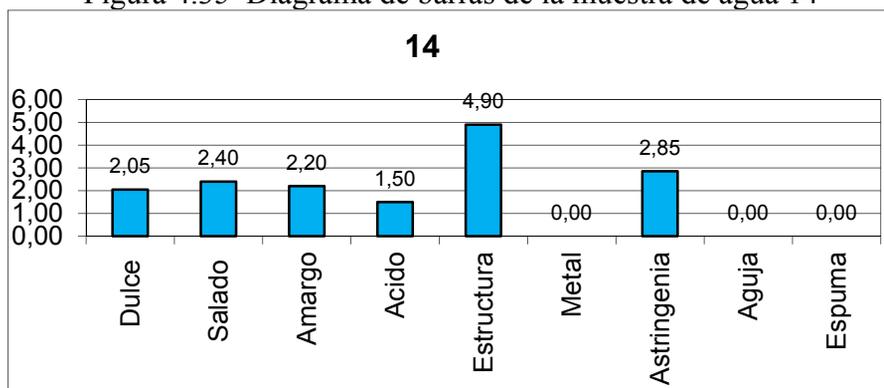


Figura 4.36 Diagrama de barras de la muestra de agua 15

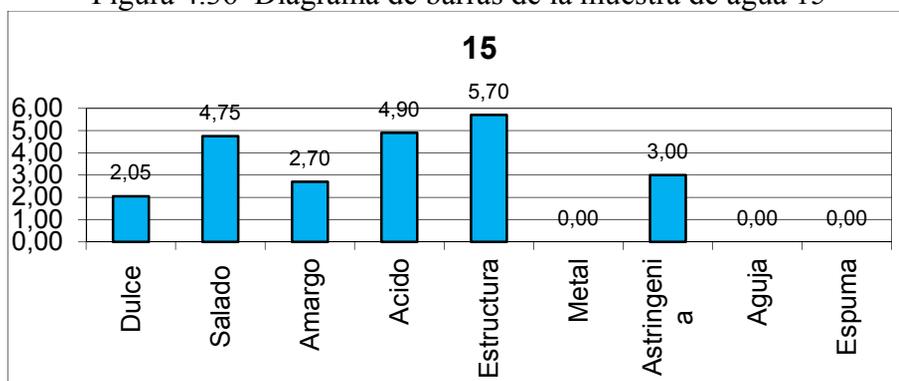


Figura 4.37 Diagrama de barras de la muestra de agua 16

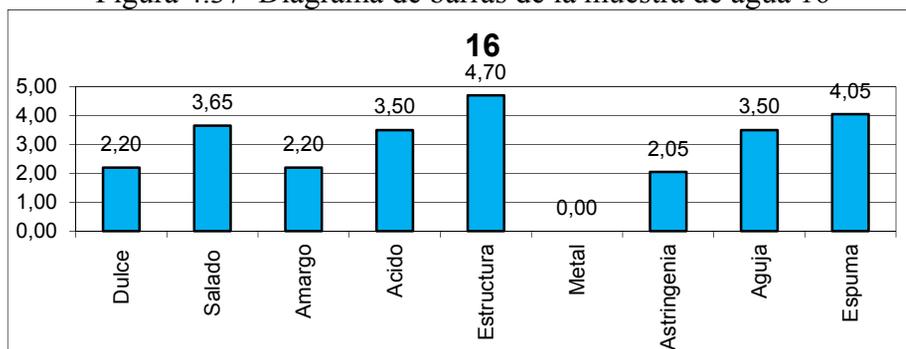
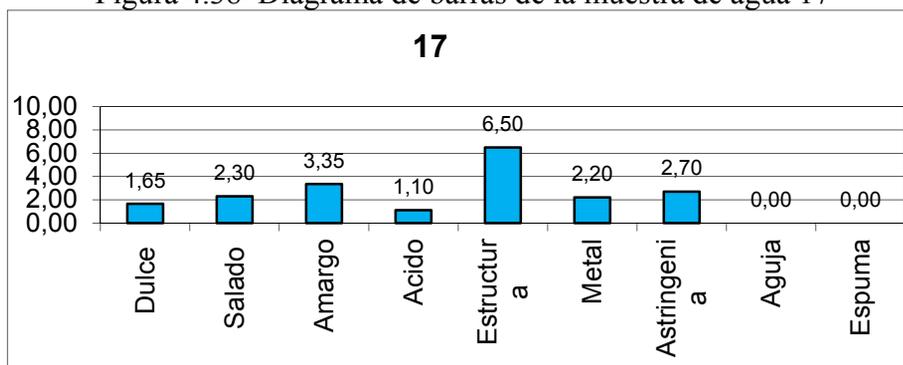


Figura 4.38 Diagrama de barras de la muestra de agua 17



Los descriptores que aparecen con mayor intensidad son:

Estructura, con valor de 0.20 en la muestra 13, disminuyendo progresivamente en las muestras 15, 14 y 16.

El descriptor ácido se muestra en mayor intensidad en la muestra 15, siendo menos acentuado en las muestras 2, 13, 16 y 14.

El atributo salado va disminuyendo desde intensidad 5 en la muestra 15, presentando la mayor intensidad percibida y disminuyendo en las muestras 13, 16 y 14 donde se aprecia muy débilmente.

Estas aguas están muy equilibradas en los atributos amargo y dulce con intensidades similares y medias. Su astringencia también es media, lo que les confiere unas características agradables.

El sabor metálico no se percibe a penas en las aguas de mineralización media, lo que unido a las características anteriores hace que estas aguas sean muy bien aceptadas.

La muestra 17 presenta una estructura de intensidad media alta y un sabor metálico fácilmente perceptible. Los demás descriptores están en baja intensidad.

Las muestras de agua con baja mineralización analizadas en nuestro estudio, presentan una baja astringencia. Esto puede ser debido al contenido bajo en minerales.

Rey-Salgueiro et al., 2013 ha realizado un estudio en 27 muestras de agua mineral natural, de las cuales las de baja mineralización también presenta niveles muy bajos de astringencia.

En los resultados obtenidos, podemos apreciar que las aguas que presentan mayor características sensoriales y por tanto las mejores evaluadas por los catadores son las aguas de mineralización media, por presentar mayor equilibrio entre los descriptores percibidos.

En un estudio realizado por Vingerhoeds et al., 2016, encontramos que las muestras de agua con Sólidos Totales Disueltos (SDT) de 200-400 mg/L son las mejores evaluadas por el panel de cata debido a los atributos percibidos. En nuestro estudio, este tipo de agua de mineralización media, las muestras 13, 14, 15 y 16 muestran estos mismos resultados en la evaluación sensorial. En el mismo trabajo, las agua de baja mineralización, con STD 5-440 mg/L, va cambiando la sensación hacía otra cada vez más amarga, seca y áspera.

De todas las muestras con mineralización media, resulta que 14 y 15 son las mejor evaluadas por los catadores. Eso puede estar relacionado con su contenido en iones sales cálcicas (65 y 76mg/L) y magnésicas (47 y 41mg/L) relativamente elevado.

En el estudio realizado por Platikanov et al., 2013, en aguas comerciales de mineralización media, también se encuentra una mayor aceptación sensorial de este tipo de agua, con niveles de iones Calcio y Magnesio similares.

Respecto a la carbonatación, resulta que en las aguas minerales da lugar a una alteración de la percepción sensorial, debido a una respuesta quimiosensora de los receptores celulares de la lengua, apreciándose un sabor ácido y una sensación de ardor y hormigueo (Diduch et al., 2011).

En nuestro estudio, las aguas carbonatadas 2, 13 y 16 presentan los descriptores aguja y espuma en intensidades medias, debido probablemente a su contenido en bicarbonatos.

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO NUTRICIONAL, VALIDACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VALIDACIÓN DE LOS CUESTIONARIOS

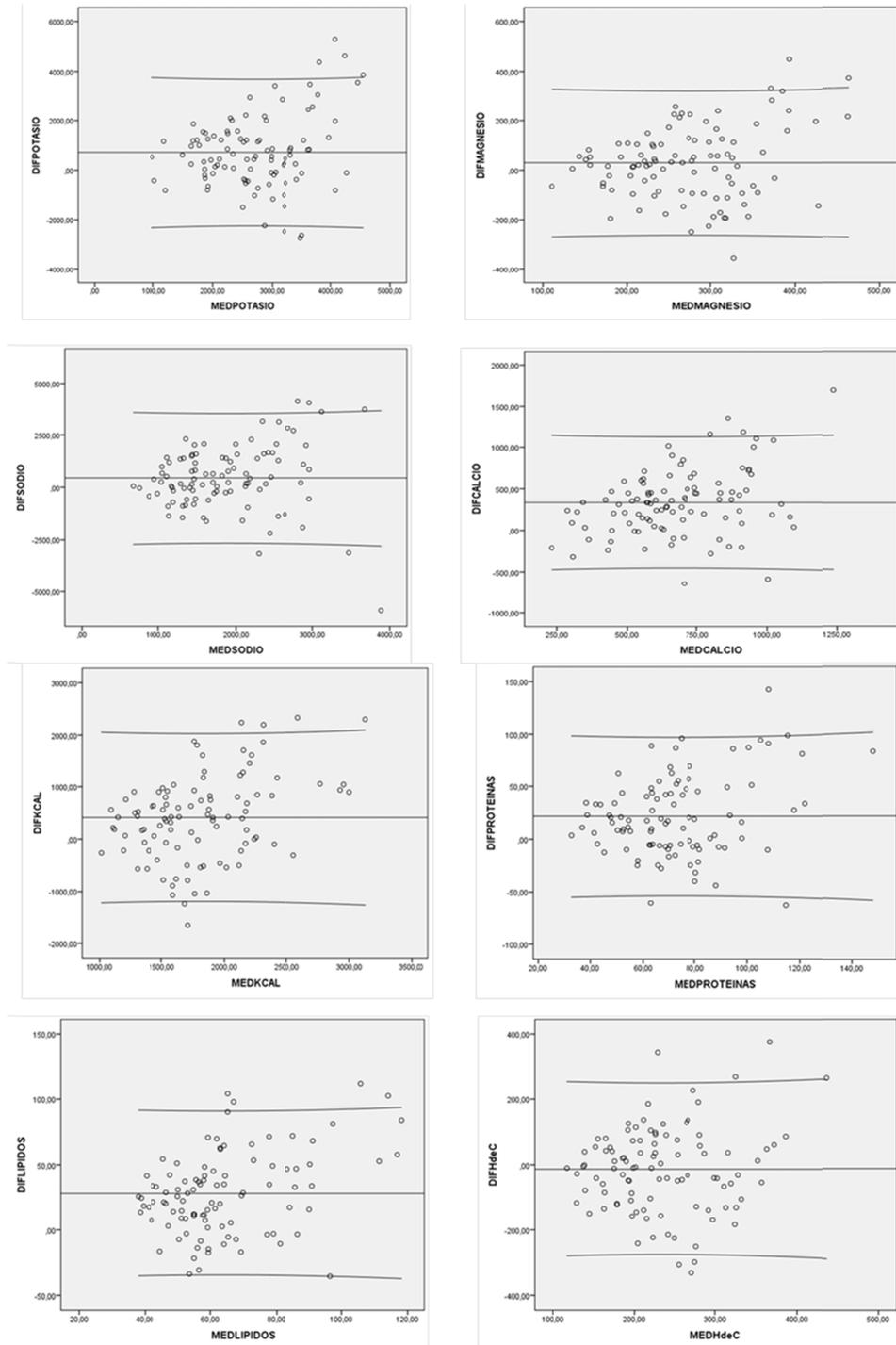
Se valoran mediante el test de concordancia el cuestionario de frecuencia de alimentos (FFQ) frente al cuestionario de recuerdo de 24H pasados tres veces. La tabla 4.7 y las figuras enumeradas desde 4.39 hasta 4.46 muestran el resultado del test de Bland y Altman realizado. Como se puede observar no existen variaciones significativas entre ambos cuestionarios ya que el 95,2% de los valores se encuentran entre $\pm 2DE$, probando la validación del método FFQ. Es decir este cuestionario no estima valores de nutrientes superiores o inferiores que el recuerdo de 24 H.

Tabla 4.7 Validación de los cuestionarios nutricionales. Método de concordancia Bland y Altman

Nutrientes	Mediana FFQ	Amplitud Intercuartil FFQ	Mediana R24h	Amplitud Intercuartil R24h	Media FFQ-R24h	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Energía (Kcal)	1853.58	842.41	1515.76	744.14	1777.13	1688.10	1866.16
Proteína (g)	76.44	38.55	58.30	37.11	70.99	66.87	75.13
HC (g)	215.78	137.07	225.53	145.58	232.65	219.19	246.11
Grasa (g)	69.85	35.42	49.11	28.37	63.03	59.45	66.61
Calcio (mg)	783.55	389.35	486.89	285.15	232.65	219.19	246.11
Magnesio (mg)	263.67	142.01	242.02	137.90	268.56	253.38	283.74
Sodio (mg)	1852.07	1239.98	1545.63	950.01	1857.35	1717.84	1996.86
Potasio (mg)	2788.06	1187.07	2316.30	1472.08	2672.16	2511.44	2832.89
Agua (ml)	915.90	445.73	1192.80	974.98	1155.18	1073.60	1236,76

En la figura 4.39 se contemplan los resultados del test Bland y Altman para el potasio, magnesio, sodio, calcio, proteínas, lípidos, hidratos de carbono y kilocalorías.

Figura 4.39 Diagramas de test de concordancia Bland y Altman



3.2 ESTIMACIÓN DE NUTRIENTES DE LA DIETA A PARTIR DEL FFQ SEMICUANTITATIVO

El cuestionario utilizado ha permitido calcular los valores medios de nutrientes aportados por las raciones de alimentos consumidos por la población en estudio. Las tablas 4.8, 4.9 y 4.10 recogen los valores medios de cada nutriente.

Como se puede observar en la tabla el porcentaje de energía que proporciona los hidratos de carbonos es inferior a las recomendaciones internacionales (Otten et al, 2006). Asimismo, el porcentaje de la energía procedente de lípidos de los sujetos analizados es superior a lo recomendado. Asimismo, el porcentaje de fibra es inferior a lo recomendado en los objetivos nutricionales para la población española que es de 25-30 g/día (Moreiras et al., 2007). Incluso en algunos casos en los que se desee mejorar la glucemia y/o colesterolemia o la mecánica digestiva se recomienda aumentar la ingesta de fibra. Por el contrario, la población de estudio si sigue el objetivo nutricional de ingerir menos de 300 mg al día de colesterol.

Tabla 4.8 Estimación de la ingesta de macronutrientes y ácidos grasos en la dieta diaria

FFQ	Mínimo	Máximo	Media	DE
Energía(Kcal)	882.29	4276.98	2031.52	712.85
Proteínas (g)	32.31	189.88	84.12	32.59
Proteínas (Kcal)	129.24	759.51	336.48	130.38
% Kcal proteínas	7.94	26.25	16.87	3.26
Hidratos de carbono (g)	70.48	569.59	227.14	98.77
Hidratos de carbono(Kcal)	281.93	2278.35	908.59	395.11
% Kcal hidratos de carbono	21.10	87.94	44.44	9.96
Grasa(g)	36.55	165.38	78.58	27.97
Lípidos (Kcal)	328.98	1488.39	707.24	251.81
% Kcal Lípidos	17.08	52.70	38.69	7.11
AGS(g)	7.57	54.89	24.93	10.50
AGM(g)	11.60	67.07	34.91	9.75
AGP (g)	4.18	23.79	9.85	4.08
Colesterol (mg)	59.06	557.85	197.99	92.95
Fibra (g)	4.62	56.16	23.07	11.75
Agua (mL)	173.99	2121.78	984.61	368.61

La tabla 4.9 corresponde a la ingesta de sales minerales y el porcentaje de la recomendación que supone el valor estimado para cada nutriente. El análisis de la dieta seguida muestra que se observan valores inferiores a las ingestas recomendadas para el calcio, el magnesio y el potasio, con unos valores medios de 70.13%, 82.17% y 63.57% respectivamente. Sin embargo, se superan ampliamente los valores de ingestas recomendadas para los minerales selenio con un 215.17% de ingesta recomendada y fosforo con un 205.20%. Para el resto de los minerales la población alcanza las ingestas recomendadas.

Tabla 4.9 Estimación de minerales de la dieta a partir del FFQ y % de seguimiento según RDA

Nutrientes(mg)	Ingesta/día				%RDA/día			
	Mínimo	Máximo	Media	DE	Mínimo	Máximo	Media	DE
Calcio	125.86	2085.26	841.53	329.72	10.49	173.77	70.13	27.48
Hierro	4.28	29.84	13.09	5.76	35.67	248.66	109.11	48.01
Yodo (µg)	78.28	737.21	295.81	128.85				
Magnesio	78.28	737.21	295.81	128.85	21.74	204.78	82.17	35.79
Zinc	2.92	20.38	8.78	3.46	32.47	226.41	97.52	38.49
Selenio(µg)	36.37	287.9	118.34	52.16	66.13	523.45	215.17	94.83
Sodio	359.6	5464.49	2012.13	1068.65	23.97	364.3	134.14	71.24
Potasio	802.76	6419.91	2860.83	1188.47	17.84	142.66	63.57	26.41
Fósforo	406.19	3006.43	1436.40	590.34	58.03	429.49	205.20	84.33

La tabla 4.10 corresponde a la ingesta de vitaminas hidrosolubles y lipofílicas que habitualmente deben ajustarse en la dieta, para que esta sea adecuada y cubra todas las necesidades. El % de la recomendación que supone el valor estimado para cada nutriente.

Como se observa en la tabla la población estudiada no alcanza los valores recomendados de ingesta de riboflavina, consumiendo valores especialmente bajos de vitamina D y vitamina E alcanzando el 48 y 53 % de las recomendaciones para estas vitaminas, respectivamente.

En el otro extremo, encontramos la vitamina B12, que sobrepasa los valores recomendados de la ingesta suponiendo 349% de la RDA. Es el caso de la vitamina C, que alcanza 206,49% de las recomendaciones.

Tabla 4.10 Estimación de las vitaminas de la dieta a partir del FFQ

Vitaminas (mg)	Ingesta/día				%RDA/día			
	Mínimo	Máximo	Media	DE	Mínimo	Máximo	Media	DE
Tiamina (mg)	0.35	2.64	1.15	0.51	32.20	240.09	104.61	46.18
Riboflavina(mg)	0.3	2.92	1.27	0.52	21.63	208.86	90.71	36.96
EQ Niacina (mg)	14.28	99.28	37.40	15.69	75.15	522.54	196.84	82.59
Piridoxina(mg)	0.66	4.79	2.07	0.84	36.44	266.10	115.10	46.84
Ac.Fólico (µg)	52.47	831.65	289.04	138.51	13.12	207.91	72.26	34.63
Vit. B12 (µg)	2.01	17.91	6.98	3.34	100.56	895.43	349.18	167.12
Vit C (mg)	3.96	387.15	123.89	74.39	6.61	645.25	206.49	123.99
Vit A (µg)	55.46	3878.22	1526.16	841.36	5.55	387.82	152.62	84.14
Vit D (µg)	0.06	9.21	2.40	1.62	1.24	184.18	48.09	32.49
VitE (mg)	0.72	19.69	6.38	3.63	6.01	164.05	53.15	30.27

En contraste con países como España, Italia y Grecia, existen muy pocos datos disponibles de los hábitos alimentarios, la ingesta de energía y de nutrientes en poblaciones de países como Marruecos.

En la población de estudio, el consumo de vitamina D fue siempre por debajo de las recomendaciones actuales (DRI, 2011). Este déficit puede que no sea crítico debido a la alta exposición solar diaria de esta población, incluso con el uso de medidas de protección (Cashman et al.,2008).

La población estudiada tiene una ingesta de yodo del 56.37% de recomendaciones. Estos datos también se reflejan en los informes de la FAO, que han puesto de manifiesto la deficiencia de yodo en Marruecos y su limitado acceso a la sal yodada en estos países (FAO, 2005; FAO, 2011)

3.3 FRECUENCIA DE CONSUMO DE ALIMENTOS

La frecuencia de consumo de alimentos se ha estimado a partir de cuestionario de FFQ pasado como recuerdo del último año.

Los alimentos expresados como gramos/día ingeridos y además frecuencia media de consumo se recogen en las siguientes tablas.

La tabla 4.11 muestra el consumo de alimentos proteicos. Como se puede observar el 30.7 % y el 43.6 % de la población consume pescado azul y blanco de una a dos veces a la semana respectivamente. Los alimentos más consumidos son la carne roja y blanca, con un consumo de 66.4 y de 67.1 gramos al día respectivamente. La ingesta de productos cárnicos es baja con una media diaria de 6.73 gramos y más baja todavía es la ingesta del marisco, con una media de consumo de dos hasta tres veces al mes de 10.99 gramos.

Tabla 4.11 Ingesta media de alimentos proteicos (carne y pescado)

Alimentos (g)	Máximo	Media	DE	Frecuencia media de consumo	% de población que cumple la media
Pescado Azul	500.00	32.78	71.30	1-2v/semana	30.7
Pescado Blanco	312.50	27.37	37.92	1-2v/semana	43.6
Marisco	250.00	10.99	34.74	2-3v/mes	28.7
Carne Roja	375.00	66.45	56.23	3-4v/semana	34.7
Carne Blanca	392.50	67.16	75.32	3-4v/semana	35.6
Productos Cárnicos	75.00	6.73	10.67	Menos de 1 v/día	-----

Tabla 4.12 Ingesta media de huevos y alimentos lácteos

Alimentos (g)	Máximo	Media	DE	Frecuencia media de consumo	% de población que cumple la media
Huevos	5.00	0.48	0.69	1-2v/semana	35.6
Queso Fresco	187.50	36.38	45.58	1-2v/semana	18.8
Queso Francés	100.00	8.78	19.23	1-2v/semana	14.9
Yogur	250.00	118.81	40.99	1v/día	29.7
Quesitos	90.00	15.42	17.27	1v/día	21.8
Leche Entera	200.00	138.03	93.15	1v/día	69.0
Leche Semi	200.00	33.80	75.49	1v/día	16.9
Leche Desnat	200.00	22.54	63.69	1v/día	11.3

El 35.6% de la población consume huevos de una a dos veces por la semana.

La leche entera es el producto lácteo más consumido, con un 69% de la población que la consume diariamente, en una cantidad diaria de 138 gramos. Sin embargo, la leche desnatada es el producto lácteo menos consumido ya que solo la toma diariamente un 11.3% de la población. Después de la leche, el yogur es el lácteo más consumido, en una cantidad diaria media de 118.81 gramos, en el 29.7% de la población. El queso tipo francés se consume en mucho menos cantidad, solo un 8.78 gramos diarios, una hasta dos veces por semana y solo en el 14.9% de la población.

La Tabla 4.13 muestra la ingesta de cereales y sus derivados. El derivado de cereales más consumido es el pan con una ingesta diaria de 110.69 g/día, siendo consumido por un 32% de la población de 2 a 3 veces a la semana. La pastelería y bollería industrial es el derivado de cereales menos consumido con solo un 12.9 % de la población, de 1 a 2 veces a la semana. El couscous se consume por el mayor porcentaje de la población, un 56%, en una cantidad media de solo 18.95 gramos, de una hasta dos veces por semana.

De forma similar, el arroz se consumo por el 42.6%, en una cantidad media de 7.83 gramos, una hasta dos veces por semana.

Tabla 4.13 Ingesta media de cereales y derivados

Alimentos (g)	Máximo	Media	DE	Frecuencia media de consumo	% de población que cumple la media
Pan sin especificar	625.00	110.69	102.68	2-3v/día	31.7
Pan blanco	270.00	63.50	81.38	1v/día	15.8
Pan Molde	270.00	34.68	59.83	1v/día	15.8
Pasta	175.00	20.43	22.83	1-2v/semana	45.5
Couscous	100.00	18.95	17.62	1-2v/semana	56.4
Arroz	315.00	17.83	33.07	1-2v/semana	42.6
Patata	392.50	82.30	75.59	1-2v/semana	28.7
Cereales					
Desayuno	60.00	7.02	11.52	3-4v/semana	16.8
Pastelería					
Bollería Industrial	405.00	30.28	54.69	1-2v/semana	12.9

La Tabla 4.14 muestra el consumo de frutas y verduras. La ingesta media de fruta y verdura tomadas cocidas es de 258.52 y 94.68 g/día, tomadas por un 38.6% y un 32.7% de la población, respectivamente. El consumo de verdura cruda fue superior al de verdura cocida, la cual supone 94.68 g/día, ingerida por solo 20.1% de la población.

Respecto a las legumbres, las consumen casi la mitad de la población (45.1%), en una cantidad media de 30.74 gramos, dos veces por semana.

Tabla 4.14 Ingesta media de frutas, verduras y hortalizas

Alimentos (g)	Máximo	Media	DE	Frecuencia media de consumo	% de población que cumple la media
Fruta	1000.00	258.52	235.61	1v/día	38.6
Frutas Secas	100.00	10.37	13.94	1-2v/día	33.3
Frutos Secos	135.00	10.03	21.11	1-2v/semana	23.8
Verdura Cruda	900.00	154.93	172.04	1v/día	32.7
Verdura cocida	450.00	94.68	86.77	1v/día	20.1
Legumbres	206.25	46.41	30.74	2v/semana	45.1

La tabla muestra el consumo de azúcar, mermelada, miel y bebidas energéticas. Como puede observarse en la tabla, aunque el 35.6% de la población consume azúcar una vez al día, este consumo es bajo, con una media de 6.13 g/día. La ingesta de miel fue más alta con una media de 7.25 g/día aunque solo el 15.8% de la población la consume una vez al día.

Respecto a las bebidas energéticas, más de la mitad de la población (52.6%) la consume al menos una vez al mes, en unacantidad media de 20.51 gramos.

Tabla 4.15 .Consumo de alimentos frutivos y otros

Alimentos	Máximo	Media	DE	Frecuencia media de consumo	% de población que cumple la media
Azúcar (g)	18.00	6.13	5.47	1v/día	35.6
Mermelada (g)	37.50	5.93	8.00	1v/día	19.8
Miel (g)	50.00	7.25	11.33	1v/día	15.8
Bebida energética (ml)	250.00	20.51	54.46	Menos de 1v/mes	52.5

3.4 CONSUMO DE AGUA Y OTRAS BEBIDAS

Frecuencia de consumo de bebidas

En el FFQ se preguntó de forma concreta sobre el consumo de bebidas, en primer lugar cantidad de agua ingerida al día, se tuvo especial interés en el tipo de agua si era de la red de la ciudad o bien envasada y tipos/marcas de las mismas. Igualmente se ha considerado el consumo de bebidas refrescantes, zumos e infusiones (café, té y otras). Además se ha estimado el consumo de bebidas alcohólicas como cerveza, vino y licores. Como se puede observar, las bebidas más consumidas son el té y los refrescos, con una ingesta media de 215.35 y 215.4, respectivamente. El consumo de cerveza y vino es bajo con una media de 29.7 y 10.69 ml/día, respectivamente. Por el contrario, la ingesta de agua envasada es alta, con una media de 811.88 mL/día.

Tabla 4.16 consumo de bebidas reseñadas en los cuestionarios nutricionales

Bebida (mL/día)	Media	DE	Mediana
Total Agua (red+envasada)	1945	1010.41	2000
Zumo	216.69	142.98	300
Refrescos	215.4	227.32	70.62
Café	31.83	23.29	50
Te	215.35	113.74	300
Vino	10.69	29.27	0
Cerveza	29.7	71.48	0
Licor	1.49	8.53	0
Líquido total	2662.4	1106.69	2535.31
Agua envasada	811.88	937.69	500

Por último cabe considerar que en esta estimación no se ha tenido en cuenta el agua constituyente de los alimentos ni de bebidas lácteas, lo que supone un valor de ingesta adicional.

Estimación del aporte de los cationes Ca, Mg, Na, K analizados en las aguas del comercio de Marruecos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de cada agua envasada, aquí se recogen los valores medios de los cationes Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} y K^{+} que se utilizarán para la estimación de la contribución del agua a la ingesta total de estos elementos en la dieta de la población marroquí estudiada (tabla 4.17)

Tabla 4.17 Valores medios de los cationes analizados en las aguas minerales

Tipo de Aguas	Iones (mg/L) aguas de Marruecos			
	Calcio Media (DE)	Magnesio Media (DE)	Sodio Media (DE)	Potasio Media (DE)
1	52 (5,6)	25 (1.7)	128(8.9)	2.1(0.3)
2	68(4.5)	12(0.9)	38(2,5)	3.1(0.2)
3	145(9.8)	7(0.4)	12(0.8)	1.3(0.2)
4	91(7.7)	54(2.6)	260(15.4)	27(1.9)
5	453(31.4)	92(5.8)	9.5 (0.6)	4(0.2)
6	15(0.9)	7(0.3)	32(1.3)	0.9(0.3)
7	72(4.8)	26(1.8)	6.6(0.4)	1(0.3)
8	68 (5.6)	22(0.9)	7.6(0.6)	5.6(0.4)
9	65(4.7)	47(3.7)	3.7(0.2)	1(0.05)
10	18(0.9)	11(1.6)	49(3.6)	7.4(0.6)
11	16(0.7)	8(0.5)	25(1.5)	2.2(0.9)
12	67(5.7)	41(3.7)	145(9.6)	3.4(0.6)
13	14(0.7)	4.5(0.7)	37(2.8)	0.5(0.03)
14	51(2.3)	39(2.6)	15(0.7)	0.6(0.03)
15	54(2.5)	38(2.6)	2.8(0.18)	0.9(0.06)
16	15(0.9)	6(0.8)	39(1.9)	0.8(0.06)
17	14(0.8)	10(0.9)	60(3.9)	0.7(0.06)

En la tabla se recogen los valores medios de los elementos analizados en las aguas envasadas de Marruecos. Como puede observarse, el catión que se encuentra mayor cantidad en las aguas analizadas es el calcio, seguido del magnesio y del sodio.

Tabla 4.18 Valores medios de los cationes analizados en las aguas envasadas procedentes de comercios de Marruecos.

Cationes	Media (DE)	Mediana	Rango	Mínimo	Máximo
Ca ²⁺	75.17(103.44)	54	439	14	453
Mg ²⁺	26.44(23.34)	22	87.5	4.5	92
Na ⁺	51.18(67.56)	32	257.2	2.8	260
K ⁺	3.67(6.32)	1.3	26.5	0.5	27

En la Tabla se muestra el aporte de cationes a la población de estudio por parte de los alimentos, el agua de la red y del agua envasada. Como se observa, la aportación mayor de cationes proviene de los alimentos, especialmente en el caso del sodio y del potasio con una aportación de 2078.39 mg y 3080.43 mg, respectivamente.

En el caso del calcio, los alimentos siguen aportando la mayor cantidad para la ingesta, 841.53 mg.

Tabla 4.19 Ingesta media de cationes en función al consumo medio de agua

Nutrientes de los alimentos	Mínimo	Máximo	Media	DE
Agua (g)	173.99	2121.78	984.61	368.61
Calcio (mg)	125.86	2085.26	841.53	329.72
Magnesio (mg)	78.28	737.21	295.81	128.85
Sodio (mg)	455.6	5560.49	2078.39	1075.48
Potasio (mg)	802.76	6719.91	3080.43	1209.25
<i>Ingesta de agua de la red</i>				
Agua red (ml)	0	4000	794.55	812.708
Ca /ingesta agua red	0	194	35.13	40.04
Mg / ingesta agua red	0	106.4	19.26	21.96
Na/ ingesta agua red	0	436.8	79.09	90.16
K/ ingesta agua red	0	11.2	2.03	2.31
<i>Ingesta desde agua envasada</i>				
Agua mineral (ml)	0	4000	811.88	937.69
Ca /ingesta agua mineral	0	1359	45.78	141.09
Mg / ingesta agua mineral	0	276	23.04	41.74
Na/ ingesta agua mineral	0	570	39.51	82.34
K/ ingesta agua mineral	0	58.4	3.22	7.40

Si comparamos el agua de la red y el agua envasada, las aportaciones en calcio son similares, con 35.13 y 45.78 mg, respectivamente. De forma similar, la ingesta media en Potasio son parecidas ya que se consumen unas cantidades medias de 2.03 mg y 3.22 mg, respectivamente.

En el caso de Sodio, el agua de la red proporciona una cantidad de sodio muy importante, de unos 79.09 ml, mientras el agua envasada solo proporciona 39.51 ml, prácticamente la mitad de la cantidad anterior.

La tabla 4.20 recoge los alimentos predictivos para estimar el aporte de cada alimentos a la ingesta total de elementos minerales (calcio, magnesio, sodio y potasio) y agua,. Los datos se basan en valores de R^2 acumulados en el análisis de regresión por pasos del cuestionario de frecuencia de alimentos semicuantitativo (cuestionario antes analizado).

Tabla 4.20 (a) Estimación de la influencia de cada alimento en el aporte total del agua. Test de regresión por pasos.

Agua de los alimentos	
Alimento	R^2 acumulado
Fruta	0.405
Verdura Cruda	0.625
Carne Blanca	0.750
Patata	0.816
Marisco	0.865
Verdura Cocida	0.894
Leche Entera	0.913
Pescado Blanco	0.935
Leche Semidesnatada	0.950

La fruta es el primer contribuyente al aporte de agua con 0.405, las verduras crudas son el segundo alimento en importancia.

Tabla 4.20 (b) Estimación de la influencia de cada alimento en el aporte total del calcio. Test de regresión por pasos.

Calcio de los alimentos	
Alimento	R ² acumulado
Queso Fresco	0.334
Queso Francés	0.487
Verdura Cruda	0.616
Quesitos	0.691
Bollería Industrial	0.745
Leche(distintos tipos)	0.853
Fruta	0.888
Pan	0.912
Yogur	0.945

En el caso de los lácteos, los quesos fresco y tipo francés aportan casi la mitad del calcio (0.487) y junto con los quesitos y los yogures, estos sobrepasan la mitad del aporte total en calcio. Respecto a la fruta, esta solo aporta un 0.035 y de forma similar, la bollería aporta un 0.033.

Tabla 4.20 (c) Estimación de la influencia de cada alimento en el aporte total del magnesio. Test de regresión por pasos.

Magnesio	
Alimento	R ² acumulado
Fruta	0.374
Patata	0.514
Frutos Secos	0.621
Carne Blanca	0.704
Pan	0.767
Verdura Cruda	0.825
Pescado Blanco	0.871
Verdura Cocida	0.896
Queso Fresco	0.909
CousCous	0.918
Arroz	0.935
Pescado Azul	0.954

La fruta es el alimento que más aportación de Magnesio proporciona, en un 0.374, seguido por los frutos secos, con un aporte de 0.104.

Los alimentos que menos calcio aportan en la dieta son el queso fresco y el couscous, con unos niveles de 0.014 y 0.009, respectivamente.

Tabla 4.20 (d) Estimación de la influencia de cada alimento en el aporte total del sodio. Test de regresión por pasos.

Sodio	
Alimento	R ² acumulado
Queso Fresco	0.478
Pan Molde	0.608
Quesitos	0.734
Pan Blanco	0.793
Pan Integral	0.866
Bollería Industrial	0.907
Pescado Azul	0.940
Queso Francés	0.956

El alimento que más sodio proporciona en la dieta es el queso fresco, con 0,478, rozando así casi la mitad del aporte total, mientras los quesitos solo aportan 0,059. El segundo alimento que más sodio aporta es el pan de molde, al aportar 0,126.

Si sumamos la contribución del pan blanco y pan integral, solo nos proporcionan 0.132 de sodio aportado por los alimentos.

Tabla 4.20 (e) Estimación de la influencia de cada alimento en el aporte total del potasio. Test de regresión por pasos.

Potasio	
Alimento	R ² acumulado
Verdura Cruda	0.323
Fruta	0.488
Carne Roja	0.605
Pescad Blanco	0.709
Patata	0.776
Carne Blanca	0.835
Frutas Secas	0.875
Pescado Azul	0.900
Pan Integral	0.932
Frutos secos	0.949

La verdura cruda es el alimento que más potasio aporta (0.323) y junto con la fruta, nos proporcionan más de la mitad del sodio total proporcionado por la dieta.

El alimento que menos sodio proporciona es los frutos secos, con solo 0.017.

Tabla 4.21 Estimación de la influencia de cada tipo de agua en el aporte de cationes. Test de regresión por pasos.

Alimento	R ² acumulado
Agua (mL)	
Agua mineral	0.368
Agua red	0.907
Agua alimentos	1.00
Calcio (mg)	
mg Ca /ingesta alimentos	0.86
mg Ca/ingesta mineral	0.989
mg Ca /ingesta red	1.00
Magnesio (mg)	
mg Mg/ ingesta alimentos	0.904
mg Mg/ ingesta Agua mineral	0.976
mg Mg/ ingesta Agua red	1.00
Sodio (mg)	
mg Na /ingestaAlimentos	0.691
mg Na/ ingesta red	0.721
mg Na/ ingesta mineral	0.733
Potasio	
mg K/ ingesta mineral	1.00
mg K/ ingesta red	1.00
mg K alimentos	1.00

El agua de la red es el agua más consumida (más aporte en agua en comparación con el agua mineral y con el agua contenida en los alimentos). La mayor fuente de calcio, magnesio y sodio son los alimentos, incluso sumando los distintos tipos de agua, siendo el aporte de magnesio mayor.

En el caso del potasio, la cantidad aportada por los alimentos y las distintas aguas es muy similar.

3.5 ÍNDICES PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA DIETA

3.5.1 Características generales de la población de estudio

Se estudiaron las características generales de la población marroquí, considerando la edad, el peso, la altura, el IMC y %IMC, el nivel educativo y por último el nivel ocupacional.

Se han encontrado grandes similitudes entre los hombres y las mujeres, en todos los aspectos tratados.

Tabla 4.22 Características generales de la población Marroquí

	Hombres	Mujeres
Edad (DE)	35.50 (10.17)	32.48 (12.12)
Peso (Kg)	77.12 (10.73)	73.38 (9.70)
Altura (m)	1.67 (0.05)	1.55 (0.23)
IMC (Kg/m ²)	27.63 (3.34)	29.34 (3.51)
IMC (%)		
Normopeso	54.2	46.0
Sobrepeso	29.2	33.0
Obesidad	16.7	21.0
Nivel educativo		
Bajo	10.2	13.7
Medio	38.8	37.3
Alto	51.0	49.0
Nivel de ocupación		
Bajo	7.0	4.3
Medio	7.0	10.6
Alto	86.0	85.1

En ambos sexos, casi la mitad de la población presenta normopeso, 54.2% y 46.0% en hombres y mujeres respectivamente. El sobrepeso y

obesidad están más elevados en las mujeres. Los niveles educativos son muy similares, siendo la mayoría de un nivel alto.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad está aumentando (OMS, 2014). En Marruecos, el cambio en los hábitos de vida y de la dieta en las pasadas dos décadas, como parte de la transición nutricional, ha sido asociada con un incremento de sobrepeso y obesidad en la población adulta, especialmente en mujeres de área urbana (Belahsen y Rguibi, 2006). La alta prevalencia y la tendencia creciente a la obesidad es considerada actualmente como un problema de salud pública en Marruecos.

Los resultados de nuestro trabajo son coherentes con los informes anteriores de que el sobrepeso y las tasas de obesidad están por encima de la media europea en Marruecos, especialmente entre las mujeres (Abdeen et al, 2012; ElRhazi et al., 2011; Jafri et al. 2013; Mokhtar et al., 2001; Toselli et al., 2014). Se han propuesto diferentes hipótesis para explicar la prevalencia de obesidad, que van desde el exceso de ingesta dietética y baja actividad física (Mokhtar et al., 2001; Benjelloun, 2002).

Un aumento en el IMC entre las poblaciones en el este y los países del sur del Mediterráneo se ha atribuido a la influencia de los hábitos alimentarios "occidentales" (Abdeen et al, 2012.; Benjelloun, 2002; Belahsen y Rguibi, 2006; Mokhtar et al., 2001) y a un estilo de vida menos activo, especialmente entre las mujeres (Belahsen et al., 2006; Abdeen et al., 2012.; Toselli et al., 2014).

3.5.2 Índice de la Dieta Mediterránea (MEDITERRANEAN DIET SCORE. MDS)

La calidad de la dieta y su adherencia al patrón mediterráneo se puede valorar siguiendo diversos índices propuestos por diferentes autores y desarrollados sobre diferentes grupos de población de la región mediterránea (Mariscal et al., 2009). Los índices dietéticos han sido ampliamente utilizados en el estudio de seguimiento de un determinado modelo de dieta. Sirven para establecer similitudes o diferencias en la dieta de diferentes poblaciones, así se pueden citar MDS (*Mediterranean Diet Score*) propuesto como modelo de la dieta mediterránea tradicional (Trichopoulou et al., 2003). Frecuentemente los índices de calidad de la dieta consideran para su estimación los nutrientes que forman parte de la misma, pero no los alimentos que son vehículo de estos. Por este motivo y siguiendo las recomendaciones de la pirámide mediterránea (Bach-Faig et al., 2011) cabe citar un índice de calidad de la dieta mediterránea en la que junto con los nutrientes esenciales tienen especial interés la cantidad de cada alimento que conforma la dieta mediterránea tradicional (Monteagudo et al., 2015).

En este capítulo se van a discutir dos de los índices de adherencia a la Dieta Mediterránea, siguiendo en ambos casos la misma directriz en cuanto a los grupos de alimentos que constituyen esta forma de alimentación. Por tanto se van a considerar el consumo de vegetales, frutas, frutos secos, cereales, pescado, aceites con alto grado de ácidos grasos monoinsaturados cuyo prototipo es el aceite de oliva, carne de cualquier procedencia y lácteos (leche, quesos yogur, etc.).

Uno de los índices empleados en este estudio es el índice de la Dieta Mediterránea (MDS) que evalúa el consumo de nueve elementos típicos de la

Dieta Mediterránea. Se basa en asignar una puntuación 0 ó 1 de acuerdo con la ingesta diaria de cada uno de los nueve componentes en que se simplifica la dieta mediterránea tradicional griega: elevado *ratio* AGM/AGS, alto consumo de frutas, de verduras, de legumbres, de cereales (incluyendo pan y patatas) y pescado; moderado consumo de alcohol, de leche y productos lácteos; y bajo consumo de carne y productos cárnicos. Las medianas de la ingesta de cada componente de la muestra total, son tomadas como puntos de corte (Trichopoulou et al, 2003).

Es interesante recordar, tal como ya se ha puesto de manifiesto en capítulos anteriores, al referirnos a la ingesta de bebidas, que la población marroquí no se considera consumidora de bebidas alcohólicas, por tanto desde el primer momento de la estimación del índice de dieta mediterránea la escala es diferente para población consumidora de vino este valor está comprendido entre 0 y 9, mientras para poblaciones no consumidoras de vino (bebidas alcohólicas) la escala estaría comprendida entre 0 y 8.

La tabla 4.23 muestra el porcentaje de sujetos que consumen los alimentos considerados en valores superiores a la mediana (g/d). El cálculo se ha realizado a partir del FFQ, una vez se han obtenido los valores de ingesta semi-cuantitativos, al multiplicar la frecuencia por las raciones estándar.

Tabla 4.23 Porcentaje de sujetos con un consumo por encima de la mediana

	Punto de corte :Mediana (g/día)	Frecuencia%
Vegetales	193.50	62.4
Fruta y frutos secos	200.00	64.4
Cereales	328.25	36.6
Legumbres	68.75	20.2
Pescado	42.00	46.5
Carne	28.87	91.1
Lácteos	378.75	14.9
AGM/AGS	1.44	49.5
Alcohol	-	-

La tabla 4.24 muestra el valor medio del seguimiento de la Dieta Mediterránea de la población de estudio.

Tabla 4.24 Valores estimados para el seguimiento de la dieta mediterránea (MDS)

	Mínimo	Máximo	Media	DE
MDS	0.00	8.00	4.42	1.52

Habitualmente cuando se habla de dieta mediterránea los autores se refieren a la seguida en la ribera europea del mediterráneo; sin embargo, la ribera asiática y africana dispone de alimentos y clima similares. Por tanto cabe considerar igualmente cómo esta población sigue la dieta mediterránea ya sea por los alimentos utilizados por los nutrientes ingeridos.

Características de la dieta mediterránea son al mismo tiempo variedad de alimentos y sobriedad. Aunque la dieta mediterránea está evolucionando hacia patrones occidentales, aun es una dieta rica en grasas monoinsaturadas, alto consumo de cereales, legumbres, patatas, verduras, hortalizas, fruta, pescado y moderado bajo de carnes rojas y lácteos, así como consumo controlado de vino (Trichopoulou et al., 2003; Mariscal-Arcas et al., 2011). Cambios sociales recientes en los países de la cuenca mediterránea están influyendo en la occidentalización de la dieta (da Silva et al., 2009). Esto supone modelos alimentarios menos saludables (Lazarou et al., 2011). El desarrollo económico de la población implica cambios en la estructura demográfica, en la salud y en el tipo de alimentación.

La nueva dieta se caracteriza por aumento de la ingesta calórica, la proporción de grasa y el sedentarismo, disminuyendo el consumo de hidratos de carbono (Cordain et al., 2005; Carden et al., 2013). Respecto a la población española, en los últimos años se observa un abandono parcial del patrón de la Dieta Mediterránea, de forma que aparece un exceso de consume de carnes

rojas y alimentos procesados frente a la disminución del consumo de cereales y legumbres, así como de hortalizas, verduras y frutas. Bien es cierto que la grasa de consumo mayoritario es el aceite de oliva con elevado aporte de ácidos grasos mono y poliinsaturados y si además se trata de aceite de oliva virgen, es de gran interés el aporte de polifenoles (Lazarou et al., 2011; de la Torre-Robles et al., 2014).

El comportamiento nutricional de las dos riberas del mediterráneo se puede plantear a través de dos países como Marruecos y España. La cocina marroquí, síntesis de corrientes heterogéneas (Andalusí, Medio Oriente, África), está fuertemente jerarquizada y codificada. Esta cocina presenta unos contenidos social, cultural y religioso muy unidos. En la alimentación diaria de los marroquíes hay gran variedad y abundancia de alimentos. Los más destacados son: cereales, legumbres, verduras y hortalizas crudas o cocidas, fruta fresca, frutos secos, grasas vegetales, carnes (cordero, ternera, aves de corral) pescado, leche y derivados, huevos, especias e hierbas aromáticas (Abu-Shams, 2008).

3.5.3 Índice de raciones de alimentos adaptado a la Dieta Mediterránea (*MEDITERRANEAN DIET SERVING SCORE, MDSS*)

En este estudio se ha utilizado otro índice que analiza el patrón dietético mediterráneo y lo propone así como un índice de raciones de alimentos adaptado a la Dieta Mediterránea (*Mediterranean Dietary Serving Score, MDSS*) (Monteagudo et al, 2015). Incluye las recomendaciones de la Dieta Mediterránea (Bach-Faig et al., 2011). Se han considerado de forma independiente cereales, tubérculos, carne (blanca y roja) y pescado, respetando la puntuación original (Bach-Faig et al., 2011). El rango de valores que puede adoptar este índice va de 0 a 24 la distribución de la puntuación se resume en la Tabla 4.25.

Tabla 4.25 Parámetros para la determinación del *Mediterranean Dietary Serving Score* (MDSS).

MDSS		
Grupos de Alimentos	Raciones recomendadas	Puntuación
Fruta	1-2 rac/comida	(4)
Verdura	≥2 rac/comida	(4)
Cereales	1-2 rac/comida	(2)
Patata	≤3 rac/semana	(2)
Aceite de Oliva	1-2 rac/comida	(4)
Lácteos	2 rac/día	(4)
Legumbres	≥2 rac/semana	(2)
Huevos	2-4 rac/semana	(0.5)
Pescado	≥2 rac/semana	(0.5)
Carne blanca	2 rac/semana	(0.5)
Carne roja	< 2 rac/semana	(0.5)
Escala		0-24

Mediterranean Dietary Serving Score

La tabla 4.26 recoge los valores del Índice obtenidos para cada grupo de población en estudio. El valor medio fue de 12.42 (3.26) para la población de estudio.

Tabla 4.26 Seguimiento del MDSS por la población

	Recomendación	Morocco
Frutas (raciones/cada comida)	1-2	1.21 (1.06)
Verduras/hortalizas (raciones/cada comida)	≥ 2	1.61 (1.33)
Cereales (raciones/cada comida)	1-2	0.80 (0.51)
Patatas (raciones/semana)	≤ 3	3.69 (2.90)
Aceite de oliva (raciones/cada comida)	1	0.95 (0.22)
Frutossecos (raciones/día)	1-2	0.58 (0.90)
Productos lácteos (raciones/día)	2	2.55 (1.51)
Legumbres (raciones/semana)	≥ 2	3.04 (1.84)
Huevos (raciones/semana)	2-4	2.23 (1.94)
Pescado (raciones/semana)	≥ 2	2.38 (3.66)
Carne blanca (raciones/semana)	2	2.98 (2.41)
Carne roja (raciones/semana)	< 2	2.95 (2.02)
Dulces/pastelería (raciones/semana)	≤ 2	1.89 (2.52)
Bebidas alcohólicas (vasos/día)	1-2	-
Valor MDSS		12.42 (3.26)

La media de adhesión a la dieta mediterránea medida por el MDSS fue de alrededor 50% (12.42/24 puntos) y fue significativamente menor que en España. La tendencia observada en España es consistente con los hallazgos de otros estudios (Romaguera, Bamia y Pons et al, 2009; Mariscal-Arcas, Velasco y Monteagudo et al., 2010; Monteagudo et al, 2015.; Zaragoza, Ferrer y Cabanero et al., 2015). Sin embargo, no hay prácticamente datos publicados sobre MD adherencia entre las poblaciones de Marruecos u otros países no europeos de la Cuenca mediterránea.

En el presente estudio, la ausencia de bebidas fermentadas alcohólicas en la dieta, como en Marruecos, se consideró como un factor limitante para la adhesión al patrón de dieta mediterránea. Sin embargo, se requiere más investigación para aclarar esta cuestión y la importancia de estas bebidas en el índice.

El MDSS no estima la ingesta dietética de nutrientes, a diferencia de la MDS (Trichopoulou, Costacou, Bamia y Trichopoulos, 2003), que consideran el consumo de ácido grasos insaturados. Sin embargo, la comparación de los resultados obtenidos en diferentes poblaciones del Mediterráneo se ve obstaculizada por las variaciones entre los índices utilizados por autores distintos. Por lo tanto, una de los puntos fuertes de la presente investigación es el hecho de que el MDSS considera alimentos y grupos de alimentos y no requiere estimación de cada nutriente, lo que significa que se puede aplicar de forma sencilla y rápida.

Una limitación del estudio es el nivel educativo medio-alto, que no puede, por tanto, ser considerada como representativa de la población general de este país. Sin embargo, dado el impacto de los buenos hábitos dietéticos en la prevención de las enfermedades no transmisibles, las políticas de salud

deben centrarse en la adherencia a una dieta saludable y el apoyo tradicional a patrones dietéticos a pesar de las fuertes presiones comerciales para el cambio.

V. CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados de este trabajo junto con la revisión de las publicaciones científicas, nos ha permitido enunciar las siguientes conclusiones:

1. Se ha desarrollado un método de cromatografía de intercambio iónica. Se trata de un método rápido, económico, muy sensible y limpio.
2. Las curvas de calibrado para todos los patrones analizados fueron lineales en el rango estudiado con coeficientes de correlación superiores a 0.99.
3. El análisis fisicoquímico de las muestras de aguas de mineralización débil muestra concentraciones de minerales no muy altos, exceptuando el caso del sodio con niveles importantes en la muestra 12 (60 mg/L), valores de calcio (145 mg/L) en la muestra 11 y concentraciones de magnesio (39 mg/L) en la muestra 7.
4. En las aguas de mineralización media y alta, el contenido en sulfatos es muy elevado en la muestra 17 (1261 mg/L) disminuyendo este valor en el resto de las muestras. En el caso de los cloruros, las muestras que presentan mayor concentración son la muestra 13 y 15, con valores de 292 mg/L y 252 mg/L, respectivamente.
5. En todas las aguas no se considera significativo el contenido en iones fluoruros, nitritos y fosfatos, a excepción del flúor en la muestra 13 (1.4 mg/L).
6. Los resultados del análisis sensorial demuestran que las aguas de mineralización media son las mejor evaluadas por el panel analítico, debido a que presentan un gran equilibrio en los parámetros analizados, donde destaca por su intensidad media el descriptor estructura, seguidos

del ácido, salado, amargo y dulce, que hacen que este tipo de aguas resulte más agradable sensorialmente.

7. Las aguas de mineralización baja y alta, respecto a los resultados del análisis sensorial, son menos equilibradas que las de mineralización media. En ellas se perciben atributos como el metálico o una elevada estructura que hacen que estas aguas sean menos aceptadas.
8. Se han validado los cuestionarios de frecuencia de alimentos frente al cuestionario de recuerdo de 24H mediante el test de concordancia de Bland y Altman. No existen variaciones significativas entre ambos cuestionarios ya que el 95,2% de los valores se encuentran entre $\pm 2DE$, probando la validación del método FFQ.
9. El agua de la red es el agua más consumida frente al agua mineral envasada y la procedente de los alimentos.
10. El aporte de los cationes procedentes del agua mineral envasada frente al aporte de los alimentos supone un 5% para el calcio, 10% para el magnesio, 2% para el sodio y por último 0.1% para el potasio.
11. La media de adhesión a la dieta mediterránea medida por el MDS para la población marroquí fue 4.5 (± 1.52) sobre 8 y el seguimiento de la dieta mediterránea estimado según el MDSS es de 12.42 (± 3.26) sobre 24. Cualquiera de los dos métodos nos lleva a la estimación del 50% del seguimiento de la dieta mediterránea.
12. En resumen: Se ha desarrollado un método analítico de cromatografía iónica para la determinación de cationes y aniones. Se ha estimado la ingesta de estos elementos en la población marroquí a partir de la ingesta de agua mineral envasada y la ingesta de alimentos de consumo habitual en esta población

VI. BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFIA

A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2014; 31(9):1460-9. doi: 10.1080/19440049.2014.935961.

Abdeen, Z., Jildeh, C., Dkeideek, S., et al. (2012). Overweight and obesity among Palestinian Adults: Analyses of the anthropometric data from the first national health and nutrition survey (1999-2000). *Journal of Obesity*, 213547, 2012.

Abu-Shams, L. La alimentación como signo de identidad cultural entre los inmigrantes marroquíes. *Zainak*. 30, 2008, 177-193.

AECOSAN, 2012. http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/notas_prensa/Presentacion_ENIDE.pdf

AECOSAN. 2016a. www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/aguas_ensadas.shtml. (último acceso: 06/07/2016).

AECOSAN. 2016b. Lista de aguas minerales naturales oficialmente reconocidas por España. Versión AMN/03. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

AECOSAN. 2016c. http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/aguas_ensadas.htm

Albiol Omella C, agulló Amorós F. La reducción de consumo de agua en España: causas y tendencias. *Aquae Papers* nº 6. 2014. Aquae Fundación.

ANEABE, 2014. Las Aguas de Bebida Envasadas. Libro Blanco. Asociación Nacional de Empresas de Aguas de Bebida Envasadas.

ANEABE, 2016. [http://www.aneabe.com/el_agua_mineral/cifras-del-sector/Aparicio D](http://www.aneabe.com/el_agua_mineral/cifras-del-sector/Aparicio_D) . Estudio de mercado. El sector del agua en Marruecos (2014). Oficina Económica y Comercial de España en Rabat.

Armijo-Castro F. Nuevas tendencias en las técnicas analíticas de las aguas. II Jornadas sobre Aguas Minerales y Minero-Medicinales. 2000. <http://aguas.igme.es/igme/publica/pdfart3/castro.PDF>

Atlas de Histología Vegetal y Animal. Universidad de Vigo. 2016. http://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-a/guiada_o_a_03sentidos.php.

Azoulay A, Garzon P, Eisenberg MJ. Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. *J Gen Intern Med.* 2001 Mar; 16(3): 168–175. doi: 10.1111/j.1525-1497.2001.04189.x.

Azoulay A, Garzon P, Eisenberg MJ. Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. *J Gen Intern Med.* 2001 Mar; 16(3): 168–175. doi: 10.1111/j.1525-1497.2001.04189.x

Bach-Faig A1, Berry EM, Lairon D, Reguant J, Trichopoulou A, Dernini S, Medina FX, Battino M, Belahsen R, Miranda G, Serra-Majem L; Mediterranean Diet Foundation Expert Group. Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutr.* 2011 Dec;14(12A):2274-84. doi: 10.1017/S1368980011002515.

Befort C, Kaur H, Nollen N, Sullivan DK, Nazir N, Choi WS, Hornberger L, Ahluwalia JS. Fruit, Vegetable, and Fat Intake among Non-Hispanic Black and Non-Hispanic White Adolescents: Associations with Home Availability and Food Consumption Settings. *J Am Diet Assoc.* 2006 Mar;106(3):367-73. DOI: 10.1016/j.jada.2005.12.001.

Belahsen, R., & Rguibi, M. (2006). Population health and Mediterranean diet in southern Mediterranean countries. *Public Health Nutrition*, 9(8A), 1130e1135.

Benjelloun, S. (2002). Nutrition transition in Morocco. *Public Health Nutrition*, 5(1A), 135e140.

Bertinato J, Taylor J. Mineral concentrations in bottled water products: implications for Canadians' mineral intakes. *Can J Diet Pract Res* 2013;74(1):46-50.

Breslin PA. An Evolutionary Perspective on Food Review and Human Taste. *Curr Biol.* 2013 May 6; 23(9): R409–R418. doi:10.1016/j.cub.2013.04.010.

Burke, B.S. (1947). The dietary story as a tool in research. *Journal of the American Dietetic Association*, núm. 23.

Cameron M, Van Staveren WA. Manual on methodology for Food consumption studies. Oxford University Press, 1988.

Carden TJ, Carr TP Food availability of glucose and fat, but not fructose, increased in the U.S. between 1970 and 2009: analysis of the USDA food availability data system. *Nutr J.* 2013 Sep 23;12:130. doi: 10.1186/1475-2891-12-130.

Cashman, K. D., Hill, T. R., Lucey, A. J., et al. (2008). Estimation of the dietary requirement for vitamin D in healthy adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(6), 1535e1542.

Cervera P. 1999. Alimentación y dietoterapia. 3ª edición. Mc Graw Hill International.

COI, 2007. Guía para la instalación de una sala de cata. COI/T.20/Doc. nº 6/Rev. 1 Septiembre de 2007.

COI, 2013. Guide pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des dégustateurs qualifiés d'huile d'olive vierge coi/t.20/doc. nº 14/rev. 4 mayo 2013.

Cordain L, Eaton SB, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, O'Keefe JH, Brand-Miller J. Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *Am J Clin Nutr.* 2005 Feb;81(2):341-54.

Da Silva R, Bach-Faig A, Raidó Quintana B, Buckland G, Vaz de Almeida MD, Serra-Majem L. Worldwide variation of adherence to the Mediterranean diet, in 1961-1965 and 2000-2003. *Public Health Nutr* 2009 Sep;12(9A):1676-84.

Dartois AM. Technique d'enquête alimentaire chez l'enfant a différents ages. *Cahiers de Nutrition et Dietetique*, 1992. XXVII, 3.

De Giglio O, Quaranta A, Lovero G, Caggiano G, Montagna MT. Mineral water or tap water? An endless debate. *Ann Ig.* 2015 Jan-Feb;27(1):58-65. doi: 10.7416/ai.2015.2023.

De la Torre-Robles A, Rivas A, Lorenzo-Tovar ML, Monteagudo C, Mariscal-Arcas M, Olea-Serrano F. Estimation of the intake of phenol compounds from virgin olive oil of a population from southern Spain. *Food Addit Contam Part D* 2006 Feb; 9(1A): 103-4.

Diduch M, Polkowska Z, Namieśnik J. Chemical quality of bottled waters. *Journal of Food Science.* 2011 Nov-Dec;76(9):R178-96. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02386.x.

Diez-Salvador S. Memoria de tesis doctoral: Estudio, desarrollo y caracterización de resinas quelantes de iones metálicos. Aplicación en sistemas de impacto ambiental y en el diseño de nuevos métodos cromatográficos. 1994. Univ autónoma de Barcelona. Departamento de química.

Djellouli H.M, Taleb S Harrache-Chettouh Djaroud S. Physicochemical quality of drinking water in Southern Algeria: Study of excess mineral salts Djaroud Cahiers Santé vol. 15, n° 2, avril-mai-juin 2005.

DRIs, (2002/2005). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. National Academy of Sciences. US Institute of Medicine. Washington, DC: National Academy press.

DRIs, 2011. Dietary Reference Intakes (DRIs): Vitamins. National Academy of Sciences. US Institute of Medicine. Washington, DC: National Academy press.

Eaton AD: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, American Public Health Association (APHA), Editorial: New York. American Public Health Association.

EFSA, 2010. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water FSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) EFSA Journal 2010; 8(3):1459.

Erkkilä AT, Lichtenstein AH. Fiber and cardiovascular disease risk: how strong is the evidence? J Cardiovasc Nurs. 2006 Jan-Feb; 21(1): 3-8.

Espinilla-Estévez M. Nuevos Modelos de Evaluación Sensorial con Información Lingüística. 2009. Memoria de Tesis doctoral. Escuela politécnica superior de Jaén.

Espinosa-Manfugás J. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Editorial Universitaria, 2007. Ciudad de La Habana. ISBN 978-959-16-0539-9.

Ezaki O. Lifestyle to prevent cardiovascular disease in NIDDM. Nippon Rinsho. 2006 Nov; 64(11): 2083-8.

FAO 1997. Código internacional recomendado revisado de prácticas-principios generales de higiene de los alimentos. Anexo al CAC/RCP 1-1969, Rev. 3 (1997).

Fernández-Sánchez J, Aspectos legales y administrativos de las aguas minerales. Las aguas minerales en España. 2001. Editores: Baeza Rodríguez-Caro J, López Geta, JA, Ramírez Ortega, A. ISBN 84-7840-424-4.

Fernández-Vergel R, Peñarrubia-María MT, Rispau-Falgàs A, Espín-Martínez A, Gonzalo-Miguel L, Pavón-Rodríguez F. Do we really follow the Mediterranean diet? *Aten Primaria*. 2006 Feb 28; 37(3): 148-53.

Fuentes A, Fresno MJ, Santander H, Valenzuela S, Gutiérrez MF, Miralles R. Sensopercepción gustativa: una revisión. *Int. J. Odontostomat*. 2010, 4(2):161-168.

Fundación Dieta Mediterránea, 2007. <http://www.fdmed.org/>.

Gil Hernández A. , Sánchez de Medina F. Tratado De Nutrición. 2005. Tomo 1. Editorial:Acción Médica. ISBN: 9788488336408.

Hal Fatema . The Food of Morocco: Authentic Recipes from the North African Coast, Cap. "Women and Dadas".

Hamdan M, Monteagudo C, Lorenzo-Tovar ML, Tur JA, Olea-Serrano F, Mariscal-Arcas M. Development and validation of a nutritional questionnaire for the Palestine population. *Public Health Nutr*. 2014 Nov;17(11):2512-8. doi: 10.1017/S1368980013002711.

Hanger Catherine, 2000. Morocco

Heetderks-Cox MJ, Alford BB, Bednar CM, Heiss CJ, Tauai LA, Edgren KK. CD-ROM nutrient analysis database assists self-monitoring behavior of active duty Air Force personnel receiving nutrition counseling for weight loss. *J Am Diet Assoc*. 2001 Sep; 101(9):1041-6.

Hernández Martínez JL. Memoria de tesis doctoral doctoral: Efecto de la evolución geoquímica en la calidad del agua subterránea en la porción central de la zona media del estado de San Luis Potosí. 2008. universidad autónoma de san luis potosí.

Hernández-Alarcón E. Evaluación Sensorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Centro Nacional de Medios para el aprendizaje. BOGOTA, D.C. 2005.

Hu FB. The Mediterranean diet and mortality-olive oil and beyond.*N Engl J Med*. 2003 Jun 26; 348(26): 2595-6.DOI 10.1056/NEJMp030069.

Iglesias-Rosado C , Villarino-Marín AL , Martínez JA , Cabrerizo L , Gargallo M , Lorenzo H , Quiles J , Planas J , Polanco I , Romero-de Ávila D, Russo-lillo J, Farré R , Moreno-Villares JM , Riobó P , Salas-Salvadó J. 2011.

[Importance of water in the hydration of the Spanish population: FESNAD2010 document].

INE, 2014. Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua (Año 2012). Instituto nacional de estadística. <http://www.ine.es/prensa/np872.pdf>.

INE, 2014. Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua. Instituto Nacional de Estadística. Nota de prensa. 5 de nov 2014.

Institute of Medicine, 2004. IOM. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington, The National Academies Press ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out64.

ISO 5492:2008. Análisis Sensorial. Vocabulario.

Jafri, A., Jabari, M., Dahhak, M., et al. (2013). Obesity and its related factors among women from popular neighborhoods in Casablanca, Morocco. *Ethnicity and Disease*, 23(3), 369e373.

Junta de Andalucía, 2015. http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/17022015/1b/es-an_2015021713_9095409/24_los_quimiorreceptores_i_el_olfato.html

Kudoyarova GR, Dodd IC, Veselov DS, Rothwell SA, Veselov SY. Common and specific responses to availability of mineral nutrients and water. *J. Exp. Bot.* (2015) 66 (8): 2133-2144. doi: 10.1093/jxb/erv017.

L Economiste, 2014. Édition N° 4319. <http://www.leconomiste.com/article/956525-la-bataille-des-eaux-en-bouteille>.

Lazarou C, Newby PK. Use of dietary indexes among children in developed countries. *Adv Nutr* 2011 Jul;2(4):295-303.

Lefebvre A, Bassereau JF. L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages. 10ième Séminaire CONFERE, 3-4 Juillet 2003, Belfort – France, pp. 3-11.

Mahan L, Escott-stump S. Krause Dietoterapia. Masson, Krause Dietoterapia. Editorial Masson. 2009.

Marcussen H, Holm PE, and Hansen HC. Composition, flavor, chemical foodsafety, and consumer preferences of bottled water. Institut of Food Technologists. 2013. DOI: 10.1111/1541-4337.12015.

Mariscal-Arcas M, Caballero-Plasencia ML, Monteagudo C, Hamdan M, Pardo-Vasquez MI, Olea-Serrano F. Validation of questionnaires to estimate adherence to the Mediterranean diet and life habits in older individuals in Southern Spain. *J Nutr Health Aging*. 2011 Nov;15(9):739-43.

Mariscal-Arcas M, Rivas A, Velasco J, Ortega M, Caballero AM, Olea-Serrano F. Evaluation of the Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) in children and adolescents in Southern Spain. *Public Health Nutr*. 2009 Sep;12(9):1408-12. doi: 10.1017/S1368980008004126.

Mariscal-Arcas M, Romaguera D, Rivas A, Feriche B, Pons A, Tur JA, Olea-Serrano F. Diet quality of young people in southern Spain evaluated by a Mediterranean adaptation of the Diet Quality Index-International (DQI-I). *Br J Nutr*. 2007 Dec;98(6):1267-73

Martínez-Álvarez JR, 2011. http://www.institutoaguaysalud.es/documentos/126_28_03_11_Informe_Cientifico_Los_beneficios_de_las_aguas_minerales_naturales_según_su_composicion-IIAS.pdf.

Martínez-Álvarez JR, Villarino Marín AL, Polanco Allué I, Iglesias Rosado C, Gil Gregorio P, Ramos Cordero P, López Rocha A, Ribera Casado JM, Legido Arce JC. Spanish guidelines for hydration. *Nutr. Clín. Diet. Hosp*. 2008; 28(2):3-19.

Martínez-Ferrer A, Peris P, Reyes R, Guañabens N. Aporte de calcio, magnesio y sodio a través del agua embotellada y de las aguas de consumo público: implicaciones para la salud. *MedClin (Barc)* 2008;131(17):641-6.

Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A. The emerging role of Mediterranean diets in cardiovascular epidemiology: monounsaturated fats, olive oil, red wine or the whole pattern? *Eur J Epidemiol*. 2004; 19(1): 9-13.

Martinez-Graña A, 1989. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/59885.pdf>

Mercasa 2013. www.mercasa-ediciones.es/alimentacion_2013/pdfs/pag_344-348_Aguas.pdf (06/07/2016).

Mokhtar, N., Elati, J., Chabir, R., et al. (2001). Diet culture and obesity in northern Africa. *Journal of Nutrition*, 131(3), 887Se892S.

Monteagudo C, Mariscal-Arcas M, Rivas A, Lorenzo-Tovar ML, Tur JA, Olea-Serrano F. Proposal of a Mediterranean Diet Serving Score. *PLoS One*. 2015 Jun 2;10(6):e0128594. doi: 10.1371/journal.pone.0128594.

Mosso Romeo MA, de la Rosa MC, 2004. Historia de las aguas mineromedicinales en España. Observatorio Medioambiental 2004, núm. 7 117-137.

Muckelbauer R(1), Sarganas G, Grüneis A, Müller-Nordhorn J. Association between water consumption and body weight outcomes: a systematic review. The American Society for Nutrition. June 26, 2013. doi: 10.3945/ajcn.112.055061.

Musse N, Méjean L, 1991. Les enquêtes alimentaires chez l'home. Cahiers de Nutrition et Dietetique, XXVI, 4.

Olivas-Gastélum R, Nevárez-Moorillón G V, Gastélum-Franco M G. Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. Tecnociencia Chihuahua. Enero-Abril 2009. Vol. III, N° 1.

Olivas-Gastélum R, Nevárez-Moorillón GV, Gastélum-Franco MG. Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. Tecnociencia (Chihuahua). Vol. III, N°. 1. Enero-Abril 2009.

OMS 2008. Guías para la calidad del agua potable, tercera edición. ISBN 92 4 92 4 154696 4.

OMS, 2003. Study Group. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. Geneva, WHO, 2003:916.

OMS, 2004. Guidelines for Drinking-Water Quality Consensus of the Meeting: Nutrient minerals in drinking-water and the potential health consequences of long-term consumption of demineralized and remineralized and altered mineral content drinking-waters. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/nutrconsensusrep.pdf.

OMS, 2009 Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/ (último acceso: 16/10/2015)

OMS, 2011. Guidelines for Drinking-water Quality. 4^o Edition.

OMS, 2015. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/ (último acceso: 16/10/2015).

OMS.(2014). Global status report on noncommunicable diseases. ISBN 978 92 4156485 4.

ONEP, 2016.<http://www.onep.ma/historique.htm>. Office National de l'Eau Potable.Maroc.

Otten JJ, Pitai Helwig J, Meyers LK; 2006.Food and Nutrition-Dietary References Intakes. ISBN: 978-0-309-1572-1. DOI: 10.172. 226/1537.

Palacín-Arce A, Mariscal-Arcas M, Monteagudo C, Fernández de Alba-Sánchez MC, Gómez-Puerto JR, Ruiz-Verdeja C, Beas-Jiménez JD, Olea-Serrano F. Analysis of the drinks that contribute to the hydration of andalusian sports people. *Rev Andal Med Deporte*. 2013;6(1):17-21.

Panagiotakos DB, Chrysohoou C, Pitsavos C, Stefanadis C. Association between the prevalence of obesity and adherence to the Mediterranean diet: the ATTICA study. *Nutrition*. 2006 May; 22(5): 449-56.

Papamichael CM, Karatzi KN, Papaioannou TG, Karatzis EN, Katsichti P, Sideris V, Zakopoulos N, Zampelas A, Lekakis JP. Acute combined effects of olive oil and wine on pressure wave reflections: another beneficial influence of the Mediterranean diet antioxidants? *J Hypertens*. 2008 Feb; 26(2): 223-229.

Peña CE, Carter DE, Ayala-Fierro F. *Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental*. 2001. The University of Arizona. <https://superfund.arizona.edu/content/1133-piel>.

Petraccai L, Liberati G, Masciullo SG, Grassi M, Fraioli A Water, mineral waters and health *Clinical Nutrition* (2006) 25, 377–385.

Platikanov S, Garcia V, Fonseca I, Rullán E, Devesa R, Tauler R, Influence of minerals on the taste of bottled and tap water: A chemometric approach. *Water Res*. 2013 Feb 1;47(2):693-704. doi: 10.1016/j.watres.2012.10.040. Epub 2012.

Pieroni Andrea, Leimar Price Lisa, 2006. *Eating and Healing: Traditional Food as Medicine*.

Qiu Z, Tan Y, Zeng H, Wang L, Wang D, Luo J, Zhang L, Huang Y, Chen J, Shu W. Multi-Generational Drinking of Bottled Low Mineral Water Impairs Bone Quality in Female Rats *PLoS One*. 2015 Mar 24;10(3):e0121995. doi: 10.1371/journal.pone.0121995. eCollection 2015.

Rapolien L, Razbadauskas A, Jurgel A. The Reduction of Distress Using Therapeutic Geothermal Water Procedures in a Randomized Controlled Clinical Trial. *Advances in Preventive Medicine*. Volume 2015, Article ID 749417, 10 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/749417>.

Reh E. (1962). Manual on household food consumption studies (citada en Cameron M, Van Staveren WA. Manual on methodology for Food consumption studies. Oxford University Press, 1988).

Resto W, Roque J, Rey R, Colón H, Zayas J. The use of ion chromatography for the determination of clean-in-place-200 (CIP-200) detergent traces. *Anal Chem Insights*. 2007 Feb 27;1:5-12.

Rey-Salgueiro L, Gosálbez-García A, Pérez-Lamela C, Simal-Gándara J, Falqué-López E. Training of panelists for the sensory control of bottled natural mineral water in connection with water chemical properties. *Food Chem*. 2013 Nov 1;141(1):625-36. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.02.093. Epub 2013 Mar 7.

Romaguera, D., Bamia, C., Pons, A., et al. (2009). Food patterns and Mediterranean diet in western and eastern Mediterranean islands. *Public Health Nutrition*, 12(8), 1174e1181.

Romaguera D, Puigrós MA, Palacín C, Pons A, Tur JA. Nutritional assessment of patients affected by Porphyria Variegata. *Ann of Nutr and Metab*, 50(5): 442-9, 2006.

Romero-García AS, Cromatografía. 2002. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) <http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/Cromatografia>.

Ruel G, Couillard C. Evidences of the cardioprotective potential of fruits: the case of cranberries. *Mol Nutr Food Res*. 2007 Jun; 51(6): 692-701.

Sancho-Valls J, Bota-Prieto E, De Castro-Martín JJ – 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Edicions Universitat Barcelona. 1999. <https://books.google.es/books?isbn=8483380528>.

Santos A, Martins MJ, Guimarães JT, Severo M, Azevedo I. Sodium-rich carbonated natural mineral water ingestion and blood pressure. *Rev Port Cardiol* 2010 Feb;29(2):159-72.

SENC 2015. Pirámide nutricional saludable. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. <http://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/piramide-de-la-alimentacion-saludable-senc-2015>.

SENC, 2008. Guía para una hidratación saludable. La Declaración de Zaragoza. SENC, 2008. dable. La Declaración de Zaragoza. SENC, 2008.

Serra Majem L, Aranceta J. *Nutrición y Salud Pública*, 2ª ed. Barcelona: Masson, 2006b, S.A.

Serra-Majem L, Ribas L, Tresserras R, Ngo J, Salleras L. How could changes in diet explain changes in coronary heart disease mortality in Spain? The Spanish paradox. *Am J Clin Nutr*, 1995; 61: 1351 S-1359S.

Serra-Majem L, Roman B, Estruch R. (2006a). Scientific evidence of interventions using the Mediterranean diet: a systematic review. *Nutr Rev*. 64:S27-47.

Serra-Majem L, Trichopouliou A, Ngo de la Cruz J, Cervera P, Garcia Alvarez A, La Vecchia C, Lemtoun A, Trichopoulos D. Does the definition of the Mediterranean diet need to be updated? *Public Health Nutr*, 2004; 7: 927-929.

Stone, Sidel . 2004. *Sensory Evaluation Practices*, 3rd Edition. ISBN 9780080474359.

Teillet E, Schlich P, Urbano C, Cordelle S, Guichard E. Sensory methodologies and the taste of water. *Food Quality and Preference*. 2010. 21(8):967-976. doi:10.1016/j.foodqual.2010.04.012.

Teillet E, Schlich P, Urbano C, Cordelle S, Guichard E. Sensory methodologies and the taste of water. *Food Quality and Preference* 21(8):967-976 2010. doi:10.1016/j.foodqual.2010.04.012.

Toselli, S., Gualdi-Russo, E., Boulos, D. N., et al. (2014). Prevalence of overweight and obesity in adults from North Africa. *European Journal of Public Health*, 24(Suppl. 1), 31e39.

Trichopoulos D. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr*, 1995; 61: 1402S-1406S.

Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med*, 2003; 348: 2599- 2608.

Trichopoulou A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML, Gnardellis C, Lagiou P, Polychronopoulos E, Vassilakou T, Lipworth L, Trichopoulos D. Diet and overall survival in elderly people. *BMJ*, 1995; 311 (7018): 1457-1460.

Trichopoulou A, Vasilopoulou E. Mediterranean diet and longevity. *Br J Nutr*, 2000; 84 Suppl 2: S205-209.

UNESCO, 2015. Agua y cultura. Decenio Internacional Del agua 2005-2015.http://portal.unesco.org/culture/es/ev.phpURL_ID=2450&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html. 20/10/2015.

USDA/HHS. 2005. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services: Nutrition and Your Health Dietary Guidelines for Americans.

Vingerhoeds M, Nijenhuis-de Vries MA, Ruepert N, Van Der Laan H, Bredie WLP, Kremer S. Sensory quality of drinking water produced by reverse osmosis membrane filtration followed by remineralisation. *Water Res.* 2016 May 1;94:42-51. doi: 10.1016/j.watres.2016.02.043. Epub 2016 Feb 19.

Waterman E, Lockwood B. Active components and clinical applications of olive oil. *Altern Med Rev.* 2007 Dec; 12(4): 331-42.

Watts BM ylimaki GL, Jeffery LE, Elías, LG. IDRC-277s. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa, Ont, CIID, 1992. X + 170 p.: iJ. ISBN: 0-88936-564-4.

Whelton AJ, Dietrich AM, Burlingame JA, M. Schechs M, Duncan SE. Minerals in drinking water: impacts on taste and importance to consumer health. *Water Science & Technology.* IWA Publishing 2007. Vol 55 N° 5 pp 283–291. doi: 10.2166/wst.2007.190.

Willett WC, Sacks F, Trichopoulou A, Drescher G, Ferro-Luzzi A, Helsing E, Trichopoulos D. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr.* 1995 Jun;61(6 Suppl):1402S-1406S.

Willett WC. *Nutritional Epidemiology (Second Edition)*. Oxford University Press, 1998. ISBN 0-19-512297-6.

Willett WC. The Mediterranean diet: science and practice. *Public Health Nutr,* 2006; 9: 105-110.

Wolfert Paula, Greene Gael. *Couscous and Other Good Food from Morocco*, ISBN 0-06-091396-7.

Wynn E, Krieg MA, Aeschlimann JM, Burckhard P. Alkaline mineral water lowers bone resorption even in calcium sufficiency: Alkaline mineral water and bone metabolism. *Bone* 2009 Jan;44(1):120-4.

Zaragoza, Martí A., Ferrer, C. R., Cabañero, M. M. J., et al. (2015). Adherence to the Mediterranean diet and its relation to nutritional status in older people. *Nutrición Hospitalaria*, 31(4), 1667e1674, 1.

- **NORMATIVA EUROPEA Y NORMAS INTERNACIONALES**

Codex Standard 108-1981. Norma Codex Para Las Aguas Minerales Naturales (adoptado 1931, revisión 2008).

Codex Standard 227-2001. Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas (Distintas de las Aguas Minerales Naturales). Adoptada 2001.

Directiva 2009/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de junio de 2009.

Reglamento (CE) n.º 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.

Reglamento (CE) N° 178/2002, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.

Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.

Reglamento (CE) N° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre los controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales.

Reglamento (UE) N° 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con los alimentos.

Reglamento(UE) 115/2010, de 9 de febrero de 2010, fija las condiciones de utilización de alúmina activada para la eliminación de los fluoruros en las aguas minerales naturales y en las aguas de manantial

- DISPOSICIONES NACIONALES

Ley 22/1973, de 21 de julio de Minas. BOE de 24 de Julio de 1973.

Orden de 1 de julio de 1987 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis físico químicos para aguas potables de consumo público, el análisis organoléptico.

Orden de 27 de Julio de 1983 por la que se establecen métodos oficiales de análisis microbiológicos de aguas potables de consumo público.

Orden Ministerial O.M. 11-05-88 sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable.

RD 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios.

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano.

Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano.

Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos.

Real Decreto 846/2011, de 17 de junio, por el que se establecen las condiciones que deben cumplir las materias primas a base de materiales poliméricos reciclados para su utilización en materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos, modificado por el Real Decreto 517/2013, de 5 de julio.

Real Decreto 847/2011, de 17 de junio, por el que se establece la lista positiva de sustancias permitidas para la fabricación de materiales poliméricos destinados a entrar en contacto con los alimentos.

- **NORMATIVA Y NORMAS DE MARRUECOS**

Decreto n° 2-05-1326 del 25 de Julio de 2006, relativo a las aguas de uso alimentario (Décret n° 2-05-1326 du 29 jourmada II 1427 (25 juillet 2006) relatif aux eaux à usage alimentaire. Bulletin Officiel n° 5448 du Jeudi 17 Août 2006).

Decreto n° 2-97-787 relativo a las normas de calidad de las aguas y al inventario del grado de contaminación de las aguas. (décret n° 2-97-787 du 6 chaoual 1418 (4 février 1998) relatif aux normes de qualité des eaux et à l'inventaire du degré de pollution des eaux).

Ley n° 10-95 sobre el agua (Rabat, le 18 rabii I 1416. 16 août 1995).

Norma NM.03.7.00. Calidad de las aguas para alimentación humana (Qualité des eaux d'alimentation humaine)

Norma NM.03.7.002. Control y vigilancia del agua en las redes de abastecimiento público(Contrôle et surveillance de l'eau dans les reseaux d'approvisionnement public)

Orden n° 1277-01 del 17 de octubre de 2002 (Arrêté conjoint du ministre de l'équipement et du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et de l'habitat et de l'environnement n° 1277-01 du 10 chaabane 1423 (17 octobre 2002) portant fixation des normes de qualité des eaux superficielles utilisées pour la production de l'eau potable).