



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

POSGRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y USO INTEGRAL DEL AGUA

DISEÑO DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA PURIFICADA Y FORMULACIÓN DE BEBIDAS ENDULZADAS CON EDULCORANTES

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA
Y USO INTEGRAL DEL AGUA**

PRESENTA:

PAOLA LIZBETH MARTÍNEZ DÍAZ

Chapingo, México a Diciembre de 2012



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES



DISEÑO DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA PURIFICADA Y FORMULACIÓN DE BEBIDAS ENDULZADAS CON EDULCORANTES

Tesis realizada por **Paola Lizbeth Martínez Díaz** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y USO INTEGRAL DEL AGUA

ORIENTACIÓN USO INTEGRAL DEL AGUA

DIRECTOR:



DR. Omar Elmer Arana Muñoz

ASESOR:



M.C. Armando Santos Moreno

ASESOR:



M.C. Salvador Martínez Romero

ASESOR:



DR. Héctor Bernardo Escalona Buendía

DEDICATORIA

A mi familia por el amor y apoyo que me impulsa a seguir adelante, en especial a mis padres y hermanos.

A Linares y amigos que siempre me han demostrado su amistad, cariño y apoyo incondicional.

Con cariño PAOLA

AGRADECIMIENTOS

Por este medio deseo agradecer a las personas e instituciones que hicieron posible mi formación y la realización del presente trabajo, entre ellos:

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

Al programa de Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua de la Universidad Autónoma Chapingo, por ser parte de su proyecto educativo y especialmente a todos los profesores de IAUIA que han contribuido con su esfuerzo a mi formación.

Al Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme una beca para la realización de estudios de Maestría.

Al **Dr. Omar Elmer Arana Muñoz** por su acertada dirección, apoyo incondicional en todo momento, por sus indicaciones, consejos y por el voto de confianza para la realización del trabajo de tesis.

Al **M.C. Salvador Martínez Romero y M.C. Armando Santos Moreno** por sus acertadas correcciones y observaciones hechas al trabajo de tesis y también por el tiempo dedicado para las revisiones del documento final.

Al **Dr. Héctor Bernardo Escalona Buendía**, por sus aportaciones en la revisión y haberme proporcionado información sobre el tema de investigación.

Al Dr. Eugenio Romantchick, a la Secretaria Rosy por todo su apoyo brindado.

A la empresa Innoval Döhler (Natural Food & Beverage Ingredients) México, por haber proporcionado muestras de los edulcorantes y saborizantes para esta investigación.

Así como a los técnicos y personal de laboratorios por el apoyo prestado.

DATOS BIOGRÁFICOS DEL AUTOR

Nace un 12 de Junio de 1987 en la Ciudad de México, D.F. Inicia sus estudios de nivel superior en el año 2004 en la Universidad Autónoma Chapingo y en 2005 ingresó al departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo, obteniendo el título de Ingeniero Agroindustrial en el año 2010, año en que decide ingresar al posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, en el área de uso integral del agua.

Sus áreas de estudio son la Ingeniería Agroindustrial y el Uso Integral del Agua.

DISEÑO DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA PURIFICADA Y FORMULACIÓN DE BEBIDAS ENDULZADAS CON EDULCORANTES

DESIGN OF A PURIFIED WATER BOTTLING PLANT AND FORMULATION OF BEVERAGES SWEETENED WITH SWEETENERS

RESUMEN

Paola Lizbeth Martínez Díaz^a
Omar Elmer Arana Muñoz^b

Existen actualmente muchas empresas que venden agua purificada embotellada dado los altos ingresos que obtienen. Estas empresas adquieren equipos que incluyen los procesos de Filtración, carbón activado, ósmosis inversa, intercambio iónico, ozonización y radiación ultravioleta. La Universidad Autónoma Chapingo cuenta con una planta embotelladora de este tipo, por lo que en esta investigación se planteó la necesidad de estudiar cuales procesos son necesarios y cuales deben suprimirse. Se diseñaron ocho trenes de tratamiento para purificar agua. Los parámetros fisicoquímicos que se estudiaron fueron: pH, conductividad eléctrica, sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruros, carbonatos, bicarbonatos y sulfatos. Los parámetros microbiológicos se determinaron mediante la técnica del Número Más Probable (NMP) para bacterias coliformes. Se formularon cuatro bebidas saborizadas con dos mezclas de edulcorantes de alta intensidad con los dos mejores tratamientos de agua purificada de mayor y menor concentración de sales minerales analizadas con pruebas afectivas cuantitativas de evaluación sensorial. Obteniéndose los procesos de carbón activado, intercambio iónico y osmosis inversa innecesarios en la purificación del agua suministrada por el pozo Tlapeasco. Las formulaciones de mayor aceptabilidad global fueron las de sabor uva con las dos mezclas de edulcorantes y los dos mejores trenes de purificación.

Palabras clave: Agua purificada, calidad del agua, análisis afectivo cuantitativo, edulcorantes.

^aAutor
^bDirector

ABSTRACT

Paola Lizbeth Martínez Díaz^a
Omar Elmer Arana Muñoz^b

Nowadays many companies that sell bottled purified water given the high income they earn. These companies purchase equipment including filtration processes, activated carbon, reverse osmosis, ion exchange, ozonation and ultraviolet radiation. The Chapingo has a bottling plant of this type, so in this research was the need to study the processes which are necessary and which should be deleted. Eight trains were designed to purify water treatment. The physicochemical parameters studied were: pH, conductivity, sodium, potassium, calcium, magnesium, chlorides, carbonates, bicarbonates and sulphates. Microbiological parameters were determined by the technique of most probable number (MPN) for coliforms. Four flavored beverages were made with mixtures of two high intensity sweeteners with improved treatments both purified water of higher and lower concentration of mineral salts affective tests analyzed quantitative sensory evaluation. Obtaining processes activated carbon, ion exchange and reverse osmosis purification unnecessary in the well water supplied Tlapeasco. The formulations were greater overall acceptability of grape taste with both sweeteners and mixtures of the two best purification train.

Key Words: Purified water, water quality, quantitative analysis affective, sweeteners.

^aAuthor
^bAdvisor

CONTENIDO

Página

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DATOS BIOGRÁFICOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vi
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ANEXOS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. OBJETIVOS	7
4. REVISIÓN DE LITERATURA	8
4.1 El agua	8
4.1.1 Definición: El agua para uso y consumo humano	8
4.1.2 Enfermedades transmitidas	8
4.1.3 Regulación	9

4.1.4 Agua Potable y Agua Purificada	9
4.2. Normas Oficiales Mexicanas para Agua Potable	10
4.2.1 Normas Oficiales Mexicanas de la Comisión Nacional del Agua	10
4.2.2 Norma Oficial Mexicana 127 de la Secretaría de Salud	12
4.3 Norma Oficial Mexicana para Agua Purificada	14
4.3.1 Norma Oficial Mexicana 041 de la Secretaría de Salud	15
4.4 Breve comparación de las Normas Oficiales Mexicanas para Agua	16
4.5 El proceso de purificación del agua	17
4.5.1 Cloración	17
4.5.2 Filtración	17
4.5.2.1 Filtración gruesa	18
4.5.2.2 Filtro de carbón activado	18
4.5.3 E-102 Intercambio Iónico	19
4.5.2.3 Filtración fina	19
4.5.4 Ósmosis Inversa	20
4.5.5 Luz Ultravioleta (UV)	21
4.5.6 Ozono	22
4.6 Causas de la contaminación del Agua	22
4.6.1 Enfermedades producidas por la contaminación del Agua	23
4.6.1.1 Enfermedades Diarreicas	23
4.6.2 Enterobacterias	24
4.6.3 Indicadores Bacteriológicos de Contaminación	26
4.6.3.1 Coliformes Totales	26
4.6.3.2 Coliformes Fecales	27
4.6.3.3 <i>Vibrio Cholerae</i>	27
4.7 El problema del agua y el agua embotellada como alternativa	29

4.7.1 Agua embotellada en México	31
4.7.1.1 Importancia de la hidratación del cuerpo	34
4.7.1.2 Estatus social o glamour al consumir agua purificada	35
4.8 Bebidas saborizadas no alcohólicas	48
4.8.1 Agua con valor agregado	48
4.8.2 ¿Podría ser este el fin de la obesidad?	49
4.8.3 Innovación de bebidas y comercialización	49
4.9 Aditivos alimentarios	51
4.9.1 Edulcorantes	52
4.9.1.1 Aspartame	53
4.9.1.2 Acesulfame-K	54
4.9.1.3 Neotame	57
4.9.2 Endulzar sin calorías	58
4.9.3 Ácido y dulce	65
4.9.3.1 Ácido cítrico	66
4.10. Las pruebas sensoriales en el desarrollo de productos	67
5. MATERIALES Y MÉTODOS	68
5.1 Muestreo	69
5.2 Análisis microbiológico	72
5.2.1 Agua potable y agua purificada	72
5.3 Análisis fisicoquímico	74
5.4 Análisis sensorial	74
5.4.1 Prueba de Preferencia por Ordenamiento usando el Índice R	79
5.4.2 Prueba de Consumidores	79
5.5 Análisis Estadístico	80
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81

6.1 Propiedades microbiológicas del agua potable y del agua purificada	81
6.2 Propiedades fisicoquímicas del agua potable y del agua purificada	87
6.3 Pruebas de preferencia	101
6.3.1 Formulaciones de bebidas sabor fresa	102
6.3.2 Formulaciones de bebidas sabor uva	108
6.3.3 Formulaciones de bebidas sabor frambuesa	115
6.3.4 Formulaciones de bebidas sabor té verde	121
6.4 Prueba de aceptabilidad	129
7. CONCLUSIONES	131
8. RECOMENDACIONES	134
9. BIBLIOGRAFÍA	137
10. ANEXOS	148

LISTA DE CUADROS

1. Límites permisibles de características físicas y organolépticas a los que debe ajustarse el agua potable	12
2. Contenido de constituyentes químicos	13
3. Límites permisibles de organismos coliformes	14
4. Límites máximos permisibles de características físicas y organolépticas a los que debe sujetarse el agua purificada	15
5. Contenido de constituyentes químicos	16
6. Límites máximos permisibles de organismos coliformes	16
7. Géneros Integrantes de la Familia <i>Enterobacteriaceae</i>	25
8. Algunos ejemplos de transformación de una necesidad vital en un placer, en una exhibición de estatus y negocios lucrativos	38
9. Composición física y química de algunas marcas de agua purificada con alto valor adquisitivo, propiedades saludables y curativas	45
10. Composición física y química de algunas marcas de agua purificada comercializadas en México	46
11. Valor ADI y el correspondiente equivalente en azúcar para un adulto de 60 Kg de peso	56
12. Clasificación de los edulcorantes	59
13. Edulcorantes y su potencia relativa (sacarosa=1)	61
14. Estructura química de algunos edulcorantes	64
15. Valores del NMP/100mL de los tratamientos de agua purificada	82
16. Concentraciones de ozono (mg/L) para inactivar 99% de diferentes Moo's en tiempo de contacto de 10 minutos a 5°C de Temperatura	83
17. Límites permisibles de características bacteriológicas del agua potable en el AP	84
18. Límites máximos permisibles de características microbiológicas para el agua purificada (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) y envasada (T1)	86

19. Valores medios de cationes, aniones, pH, y conductividad eléctrica de los trenes de tratamiento estudiados	88
20. Sumatoria de aniones y cationes	89
21. Límites permisibles de algunas características físicas y químicas del agua	100
22. Origen de los consumidores de la prueba de preferencia	101
23. Diferencias estadísticas significativas de la prueba de medias en las formulaciones de bebidas endulzadas a través de la prueba de aceptabilidad	129

LISTA DE FIGURAS

1. Distribución del agua purificada en México	32
2. Porcentaje de agua que se extrae y se distribuye en el mercado mexicano en varias presentaciones	33
3. Vista satelital del Pozo Tlapeaxco y la planta de agua Purificada Chapingo	68
4. Planta de Agua Purificada Chapingo objeto de la experimentación	69
5. Siembra directa en tubos múltiples	73
6. Formulaciones bebidas sabor fresa	75
7. Formulaciones bebidas sabor uva	75
8. Formulaciones bebidas sabor frambuesa	76
9. Formulaciones bebidas sabor té verde	76
10. Laboratorio acondicionado de pruebas sensoriales	77
11. Plano del laboratorio de evaluación sensorial	78
12. Conductividad Eléctrica	90
13. Cloruros	91
14. Calcio	92
15. Magnesio	93
16. Concentraciones de pH	94
17. Bicarbonatos	95
18. Carbonatos	95
19. Sulfatos	96
20. Sodio	97
21. Potasio	98
22. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor fresa	102
23. Frecuencia de consumo de la población participante en la prueba de preferencia sabor fresa	102
24. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor uva	108

25. Frecuencia de consumo de la población participante en la prueba de preferencia sabor uva	109
26. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor frambuesa	115
27. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor té verde	122
28. Frecuencia de consumo de la población participante en la prueba de preferencia sabor té verde	122

LISTA DE ANEXOS

1. Esquema del proceso de producción de agua purificada (Planta de Agua Purificada Chapingo)	148
2. Determinación microbiológica de coliformes totales y fecales	149
3. Valores críticos del índice R, expresados en porcentaje	152
4. Prueba de preferencia por ordenamiento usando el índice R	153
5. Prueba de aceptabilidad	154

LISTA DE ABREVIATURAS

T TRATAMIENTO

AP Agua de Pozo (Tlapeaxco)

T1 Cloración + Filtración gruesa + Carbón activado + Intercambio iónico +
Filtración fina + Ósmosis inversa + UV + Ozonización

**T2 Cloración + Filtración gruesa + Carbón activado +
Intercambio iónico + Ósmosis inversa + UV + Ozonización**

T3 Cloración + Carbón activado + Intercambio iónico +
Ósmosis inversa + UV + Ozonización

**T4 Cloración + Filtración fina + Carbón activado +
Intercambio iónico + UV + Ozonización**

T5 Filtración gruesa + Carbón activado + Intercambio iónico +
Ósmosis inversa + UV + Ozonización

**T6 Cloración + Filtración fina + Carbón activado +
Ósmosis inversa + UV + Ozonización**

T7 Filtración fina + UV + Ozonización

T8 Cloración + Carbón activado + UV + Ozonización

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida y soporte del desarrollo económico y social de cualquier país; es un elemento fundamental para los ecosistemas y base para la sustentabilidad ambiental. La distribución natural del agua en el ámbito mundial y regional es desigual: mientras en algunas regiones es abundante, en otras es escasa o inexistente.

El agua se ha convertido en un recurso estratégico para el desarrollo económico y la supervivencia de los países, debido a la escasez para consumo humano y a la pérdida de la calidad original. En 2009, según la FAO, UNICEF y el Programa Conjunto de Monitoreo del Agua y Saneamiento, 894 millones de personas en el mundo no tienen acceso a agua segura, y 2.5 mil millones no cuentan con saneamiento. Cada año mueren 1.5 millones de niños por malas condiciones de drenaje y saneamiento. (INEGI, 2009. Encuesta Industrial Mensual.)

México ocupa 2° lugar mundial en consumo de agua embotellada: INEGI. La falta de acceso a agua potable ha convertido a México en el país con mayor consumo per cápita de agua embotellada.

De acuerdo al último reporte de la Beverage Marketing Corporation comprendido de abril a mayo de 2010, el consumo por persona de agua embotellada llegó a 234 litros al año. El consumo per cápita en México es más del doble que los estadounidenses (110 litros) y se encuentra muy por encima del de España (119 litros). El volumen representa el 13% de las ventas mundiales de agua embotellada.

Respecto a un comunicado del organismo “El poder del consumidor”, en México la comercialización de agua embotellada ha aumentado constantemente, con un crecimiento anual de 8.1%. Tan sólo entre 2004 y 2009 este mercado creció 40%. Actualmente, la venta de agua embotellada asciende a 26 millones de litros al año, de los cuales se estima que 18 millones (70%) fueron comercializados en garrafón y 7 millones (30%) en botellas individuales, con todas las consecuencias que esto implica para la economía familiar y en particular para el medio ambiente.

“El gasto en agua en sus diversas presentaciones está representando un golpe para la economía de las familias, que en muchos casos pagan más por agua embotellada que por el servicio municipal de agua. Se calcula que en promedio cada familia gasta al año \$1,800 pesos en agua embotellada”, señaló Alejandro Calvillo, director de El Poder del Consumidor A.C.

Este gasto podría modificarse, de acuerdo con este organismo, ya que estudios realizados en diversos países han demostrado que la calidad del agua embotellada es similar a la del grifo. En México, la World Wildlife Fund realizó un estudio de este tipo que llegaba a la misma conclusión.

Las aguas saborizadas son bebidas nuevas que salieron a competir mercados con las gaseosas y otras bebidas, generalmente son bebidas saborizadas de bajo contenido calórico previniendo así el sobrepeso, su consumo no aumenta la glicemia (cantidad de azúcar en la sangre), lo cual resulta apropiado para diabéticos (Borrego, 2000).

Hace apenas once años que este nicho de mercado empezó a fortalecerse y comenzaron a surgir, más allá de los garrafones tradicionales, envases más pequeños que estaban dirigidos originalmente a deportistas y personas interesadas en cuidar su peso y salud. Muy pronto el mercado del agua embotellada en pequeñas cantidades conquistó a los estratos sociales más diversos y el común denominador es ver hoy en día a todo tipo de personas consumiendo agua embotellada.

Las principales compañías que encabezan la lista del negocio de agua embotellada en México son: Coca-Cola, con su marca Ciel; Pepsicola, con Electropura; Danone, con Evian y Bonafont y Nestlé, con Pureza Vital. En el reporte anual de Coca-Cola FEMSA se revela que el mercado de agua natural embotellada es el segundo más grande y el más fragmentado de bebidas no alcohólicas en México. (Howard, Miércoles 15 de Junio, 2011.)

La apertura comercial y la globalización son fenómenos mundiales que han traído consigo mercados más exigentes que demandan productos de calidad constante. Esta situación representa un gran reto para los productores y distribuidores de agua purificada de México y el mundo, por ello se han realizado diversos estudios que permiten comparar las características del agua purificada y establecer los estándares de calidad sostenidos para el establecimiento de un perfil general de cada tipo de agua purificada. Por ejemplo, en 2009 Tornero et al. realizaron un control sanitario del agua purificada de venta en las llenadoras del Estado de Puebla, resultó que presentó deficiencias en el proceso de purificación, manejo y manipulación del agua post-proceso en esta clase de establecimientos y que además puede llegar a ocasionar un grave problema de Salud Pública,

especialmente en la población más susceptible como son los niños y personas de la tercera edad; *Water Safety Plans* este documento informa sobre estrategias mejoradas para el control y el monitoreo de la calidad del agua de consumo; en un estudio reciente, titulado *Embotellados, el turbio negocio del agua embotellada y la lucha por la defensa del agua*, de Clarke (2009), se incluye el capítulo "Coca-Cola FEMSA (Fomento Económico Mexicano) contra México y América Latina", escrito por Rosas y Gonzalo (2009), y de la cual el periódico *La Jornada* dio cuenta el pasado 8 de junio. Refiere que para 2007 México consumía 52 por ciento de toda el agua en botella que se comercializa en América Latina, y que existen 10 consorcios, 150 empresas grandes y 300 medianas.

El objetivo de este trabajo fue diseñar y seleccionar el mejor tren de tratamiento para agua purificada, con el cual se cumpla con la finalidad principal de ofrecer a los usuarios un agua de calidad, determinando las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; además de formular bebidas saborizadas así como proporcionar alternativas para aquellas personas que buscan productos refrescantes ya que la cantidad y variedad de bebidas no carbonatadas que se ofrecen en el mercado son escasas. La finalidad fue integrar un expediente con las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales que definen a este producto, de forma tal que la información generada sirva como una herramienta más para demostrar que el agua purificada adecuada para nuestro organismo no necesariamente es aquella que tiene todos los tratamientos de filtración y desinfección, hasta convertirla en un líquido desmineralizado proveniente de suavizadores y de ósmosis inversa.

2. JUSTIFICACIÓN

La purificación del agua es cada día más necesaria, dados los crecientes niveles de contaminación en el mundo actual. Este nuevo siglo trae consigo el aumento de la población mundial, la escasez del agua, y el cada día más común costumbre y necesidad de consumir agua embotellada.

A la vez que este trabajo es presentado, nuevas necesidades de tratamiento surgen, nuevas tecnologías son aplicadas, los procesos existentes son refinados y nuevos productos son descubiertos, todo con el fin de maximizar la calidad del producto terminado. Sin embargo, los fundamentos son básicamente los mismos: la necesidad de hacer una filtración acorde a las características del agua, la aplicación de los procesos más eficientes de desinfección, tal vez algún proceso de ablandamiento según la calidad del agua a tratar.

Este trabajo contempla todos los procesos básicos en la purificación del agua, pues éste incluye el tratamiento con membranas de ósmosis inversa para remover sales y contaminantes orgánicos, un proceso de suavización del agua, incluso se han plasmado los aspectos más importantes de la filtración y la desinfección.

No se puede decir que exista un modelo “correcto” de tren de tratamiento, pues las necesidades y la normatividad pueden variar de un lugar a otro, además de que el agua siempre tiene alguna característica especial de cada lugar.

La realización de esta investigación ha sido productiva, pues ha demostrado que las necesidades son tan amplias como nos las podamos imaginar, y en la práctica pueden surgir problemas inesperados a los cuales haya de dar una solución dentro de los parámetros establecidos por las normas y apropiados para la situación en particular; además aprovechando el agua ya purificada previamente, se ha optado también en la formulación de bebidas con la utilización de dos mezclas de edulcorantes de alta intensidad no calórico llamados Nutrablend (Aspartame y Acesulfame K) y Neoblend (Aspartame, Acesulfame K y Neotame) de la línea MultiSweet plus, como marcas registradas de la compañía Innoval Döhler Natural Food & Beverage Ingredients, mismos que poseen la capacidad de endulzar de 300 a 500 veces más que el azúcar refinado (sacarosa), pero sin los efectos contraproducentes del azúcar común en el organismo humano, además de esto es baja en calorías. Esta bebida podrá ser consumida por cualquier tipo de personas, entre las más importantes estarían las que deseen bajar de peso y las que tengan problemas con la glucosa, es decir, las personas diabéticas.

Esto, surge de la necesidad es brindar un producto innovador, disminuir los costos de producción, llegar a los consumidores con productos sanos y proporcionar alternativas para aquellas personas que buscan productos refrescantes ya que la cantidad y variedad de bebidas no carbonatadas que se ofrecen en el mercado son escasas.

La realización de esta investigación se llevó a cabo con la colaboración de la Planta de Agua Purificada Chapingo que cuenta con facilidades para desarrollar este nuevo producto, lo cual incrementaría la cantidad de productos que se ofrecen al mercado y podría generar mayores ingresos para la misma.

3. OBJETIVOS

Objetivos General

Diseñar una planta de agua purificada embotellada así como formular y elaborar bebidas a base de agua con sabor artificial a frutas sin color y, agua con concentración estándar de electrolitos, evaluando las características microbiológicas, químicas, físicas y sensoriales.

Objetivos Específicos

- Encontrar el mejor diseño de tren de tratamiento de agua para obtener agua purificada.
- Desarrollar fórmulas y elaborar bebidas de agua saborizadas, con sabor artificial y edulcorantes, bebidas de agua con alta y baja concentración de electrolitos (aproximadamente con 20 $\mu\text{mhos/cm}$ y 600 $\mu\text{mhos/cm}$ respectivamente).
- Realizar pruebas sensoriales de las formulaciones elaboradas para evaluar el nivel de preferencia y aceptación.
- Desarrollar una formulación para una bebida saborizada con base en agua y sabores naturales a frutas.
- Determinar la calidad microbiológica, química, física, y de evaluación sensorial a las bebidas de agua saborizadas, para evaluar su calidad y conocer la de mayor aceptación.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 El agua

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos e indispensables para la vida de los seres humanos, es un líquido incoloro, inodoro e insípido que cubre cerca del 70% del planeta. Sin embargo, el 97% del agua es salada y solamente el 3% dulce, encontrándose esta última en mayor proporción congelada en los polos Norte y Sur. Alrededor de la tercera parte del agua dulce está disponible de manera superficial en los ríos, lagos y en menor cantidad en forma subterránea (FAO/OMS, 2003).

4.1.1 Definición: El agua para uso y consumo humano

El agua es una de las sustancias más imprescindibles para el ser humano. Su uso y consumo es indispensable y vital para todo ser humano. Trasciende desde los hogares hasta las grandes industrias.

Se entiende por agua para uso y consumo humano aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos, sustancias orgánicas, minerales o agentes infecciosos, no causa efectos nocivos para la salud y además no tiene olor, color ni sabor (Davison, et al., 2004).

4.1.2 Enfermedades transmitidas

Debido al constante brote de epidemias de cólera en países subdesarrollados, la gente ha tomado conciencia de la calidad del agua que consume, procurando preservar su salud ante la amenaza de ésta y de otras enfermedades que se transmiten por el agua y que son tan letales como aquélla, como la fiebre tifoidea,

disentería crónica, gastroenteritis y hepatitis tipo A (American Water Works Association, 1999).

4.1.3 Regulación

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades como las ya mencionadas. Para lograr este propósito es necesario establecer límites permisibles para las características del agua. Por este motivo existen normas que regulan la calidad del agua que se somete a tratamientos de potabilización a efecto de hacerla apta para uso y consumo humano (CNA, 2005).

4.1.4 Agua potable y agua purificada

Normalmente se usan con un mismo significado las palabras agua potable y agua purificada. Sin embargo, tienen algunas diferencias, que consisten primordialmente en la calidad de la misma, teniendo como distintivos principales los sólidos totales disueltos (TDS por sus siglas en inglés), la dureza total y el cloro. Esto se puede notar cotidianamente ya que el agua que se tiene en la llave es “potable”, sin embargo, el agua que consumimos es agua “purificada” embotellada, ya que la mala calidad del agua suministrada a los hogares ha hecho indispensable la compra de agua purificada (Arboleda, J. 2000a). Esta es la principal razón de presentar este estudio.

4.2 Normas Oficiales Mexicanas para agua potable

Existen dos tipos de Normas Oficiales Mexicanas para agua potable: las que regulan su aprovechamiento y preservación y las que regulan su calidad.

Las primeras son expedidas por la Comisión Nacional del Agua a través de su Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, y por medio de ellas ejerce las atribuciones que le confiere la Ley de aguas Nacionales y su Reglamento, como son aprovechar adecuadamente y proteger el recurso hídrico nacional. Dichas normas establecen las disposiciones, las especificaciones y los métodos de prueba que permiten garantizar que los productos y servicios ofertados a los organismos operadores de sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, cumplan con el objetivo de aprovechar, preservar en cantidad y calidad, y manejar adecuada y eficientemente el agua.

El segundo tipo es la que expide la Secretaría de Salud, y establece los límites permisibles de calidad de las características físicas, químicas y biológicas que debe cumplir el agua potable.

4.2.1 Normas Oficiales Mexicanas de la Comisión Nacional del Agua

NOM-001-CNA-1995. Sistemas de alcantarillado sanitario. Especificaciones de hermeticidad. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de Octubre de 1996.

NOM-002-CNA-1995. Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de octubre de 1996.

NOM-003-CNA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de Febrero de 1997.

NOM-004-CNA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de agosto de 1997.

NOM-005-CNA-1996. Fluxómetros. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de julio de 1997.

NOM-006-CNA-1997. Fosas sépticas prefabricadas. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 1999.

NOM-007-CNA-1997. Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de febrero de 1999.

NOM-008-CNA-1998. Regaderas empleadas en el aseo corporal. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 2001.

NOM-009-CNA-1998. Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y Métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 2001.

NOM-011-CNA-2000. Conservación del recurso agua. Establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de abril de 2002.

4.2.2 Norma Oficial Mexicana 127 de la Secretaría de Salud

NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse al agua para su potabilización. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de enero de 1996 y entró en vigor el día 19 de enero de 1996. En ella se establecen los límites permisibles de calidad para cada una de las características físicas, químicas y biológicas, así como los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

Características físicas y organolépticas

Son las que se pueden detectar sensorialmente. El siguiente cuadro muestra las características físicas que se toman en cuenta con su respectivo límite permisible.

Cuadro 1. Límites permisibles de características físicas y organolépticas a los que debe ajustarse el agua potable (SS, 2005).

Característica		Límite permisible
Color	20 unidades de color verdadero (TCU) en la escala platino-cobalto	
Olor	Agradable	
Sabor	Agradable	

Características químicas

Se deben a elementos o compuestos químicos que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

En el siguiente cuadro (2), se muestran los elementos y compuestos químicos contenidos en el agua y sus límites permisibles correspondientes.

Cuadro 2. Contenido de constituyentes químicos (SS, 2005)

Constituyente	Límite permisible (mg/L)
Cloruros (como Cl^-)	250.00
Dureza Total (como CaCO_3)	500.00
Manganeso	0.15
pH (en unidades de pH)	6.5-8.5
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO_4^{2-})	400.00

Características biológicas

Para asegurar que una muestra de agua esté libre de organismos patógenos, lo ideal sería analizar la presencia de cada uno de los tipos de gérmenes (especialmente los más importantes por su resistencia a los desinfectantes como virus y protozoarios) que podrían estar presentes en la muestra. Sin embargo, el tiempo para ello sería extremadamente largo y los resultados tardarían en obtenerse. Por lo tanto, en la práctica se detecta la existencia de organismos indicadores, no necesariamente patógenos, cuya presencia en el agua indica la contaminación fecal y la posible existencia de patógenos perjudiciales para la salud humana.

Los requisitos para un organismo indicador real son: fuente exclusiva, excrementos humanos y de animales, fácilmente detectable y cuantificable, más resistente al agua que la mayoría de los patógenos, pero a la vez no demasiado resistente como para producir falsas alarmas.

La presencia de los organismos indicadores indica que el agua potencialmente tiene organismos patógenos, por el contrario la ausencia de los mismos indica que el agua se puede suponer segura.

Aunque no existe un microorganismo indicador totalmente ideal, las bacterias coliformes satisfacen casi todos los requisitos. Estas bacterias son aerobias o anaerobias facultativas, bacilos, no forman esporas, Gram negativo (se colorean de rojo) y fermentan la lactosa. Las especies más comunes de bacterias coliformes son los coliformes fecales *Escherichia coli* y *Aerobacter aerogénes*. El siguiente cuadro muestra los límites permisibles para estos microorganismos en una muestra simple de agua.

Cuadro 3. Límites permisibles de organismos coliformes (SS, 2005)

Nota: En unidades de NMP/100 mL (número más probable por 100 mL) si se usa la técnica del número más probable o en UFC/100 mL (unidades formadoras de colonias por 100 mL) si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

Característica bacteriológica	Límite permisible	
	(NMP/100 mL)	(UFC/100 mL)
Organismos coliformes totales	2	2
Organismos coliformes fecales	No detectable	0

4.3 Norma Oficial Mexicana para agua purificada

La Norma Oficial Mexicana para agua purificada tiene límites más estrictos para las características físicas y organolépticas, químicas y bacteriológicas que la norma para agua potable. A continuación se muestran las especificaciones de calidad que la Norma Oficial Mexicana establece para agua purificada envasada.

4.3.1 Norma Oficial Mexicana 041 de la Secretaría de Salud

NOM-041-SSA1-1993. Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de Enero de 1996 y entró en vigor el día 19 de enero de 1996. En ella se establecen los límites permisibles de calidad para cada una de las características físicas, químicas y biológicas, así como los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional. En el apartado de especificaciones sanitarias, se establece que el agua debe cumplir con las siguientes especificaciones físicas, organolépticas, químicas y microbiológicas.

Características físicas y organolépticas

Cuadro 4. Límites máximos permisibles de características físicas y organolépticas a los que debe sujetarse el agua purificada (SS, 2005)

Nota: ⁽¹⁾ Únicamente el producido por sólidos disueltos en el agua.

Característica	Límite máximo
Color	15 TCU1 en la escala de platino-cobalto
Olor	Inodoro
Sabor	Insípido

Características químicas

En el siguiente cuadro se muestran los elementos y compuestos químicos contenidos en el agua y sus límites permisibles correspondientes.

Cuadro 5. Contenido de constituyentes químicos (SS, 2005)

Constituyente	Límite permisible (mg/L)
Alcalinidad (como CaCO_3)	300
Cloruros (como Cl^-)	250.00
Dureza total (como CaCO_3)	200.00
Magnesio	0.05
pH (en unidades de pH)	6.5-8.5
Sólidos disueltos totales	500.00
Sulfatos (como SO_4^{2-})	250.00

Características biológicas

Cuadro 6. Límites máximos permisibles de organismos coliformes (SS, 2005)

Nota: ⁽¹⁾ Los resultados de los exámenes bacteriológicos deben reportarse en unidades de NMP/100 mL (número más probable por 100 mL) si se utiliza la técnica del número más probable.

⁽²⁾ Los resultados de los exámenes bacteriológicos deben reportarse en unidades de UFC/100 mL (unidades formadoras de colonias por 100 mL) si se utiliza el método de filtración por membrana.

Característica bacteriológica	Límite máximo	
	(NMP/100 mL) ¹	(UFC/100 mL) ²
Organismos Coliformes Totales	No detectables	0
Organismos Coliformes Fecales	Negativo	

4.4 Breve comparación de las normas

De los cuadros anteriores se puede observar que, para agua purificada el límite permisible de cloro (como Cl^-), dureza total, sólidos disueltos totales y sulfatos es la mitad de lo permitido para agua potable. Este requerimiento se puede cumplir realizando un tratamiento más avanzado, el cual incluya adsorción de carbón

activado y desinfección por ozonificación y radiación UV. Estos procesos generalmente no se llevan a cabo en la potabilización tradicional del agua.

4.5. El proceso de purificación del agua

4.5.1 Desinfección

Se refiere a la destrucción de los microorganismos patógenos del agua ya que su desarrollo es perjudicial para la salud (IPCS, 2000).

4.5.1.1 Cloración

Cloración es el procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados, como el hipoclorito de sodio o de calcio. En las plantas de tratamiento de agua de gran capacidad, el cloro se aplica después de la filtración. Para obtener una desinfección adecuada, el cloro deberá estar en contacto con el agua por lo menos durante veinte minutos; transcurrido ese tiempo podrá considerarse el agua como sanitariamente segura. Para desinfectar el agua para consumo humano generalmente se utiliza hipoclorito de sodio al 5.1%. Se agrega una gota por cada litro a desinfectar (IPCS, 2000).

4.5.2 Filtración

La filtración es la remoción de partículas suspendidas, disueltas y coloidales (turbiedad) del agua, haciéndola pasar a través de un medio poroso, que puede ser arena, antracita, algún material prefabricado, etc.

La filtración es el proceso de separar un sólido del líquido en el que está suspendido al hacerlos pasar a través de un medio poroso (filtro) que retiene al sólido y por el cual el líquido puede pasar fácilmente (Perry, 1992).

4.5.2.1 Filtración Gruesa

La función de este filtro es de detener las impurezas grandes (sólidos hasta 30 micras) que trae el agua al momento de pasar por las camas de arena y quitarle lo turbio al agua, estos filtros se regeneran periódicamente. Dándoles un retrolavado a presión, para ir desalojando las impurezas retenidas al momento de estar filtrando.

4.5.2.2 Filtro de Carbón Activado

El carbón activado es un material natural químicamente compuesto por carbono, oxígeno, hidrógeno y cenizas.

El carbón activado adsorbe contaminantes orgánicos (colores, olores, sabores desagradables, compuestos volátiles, insecticidas, pesticidas, plaguicidas, herbicidas, detergentes, derivados del petróleo, compuestos con trihalometanos, compuestos fenólicos), sustancias activas al azul de metileno, sustancias halogenadas (I, Cl, Br, H, F), sólidos pesados (plomo, mercurio), turbiedad y algas.

El agua pasa a columnas con Carbón Activado. El carbón activado ha sido seleccionado considerando las características fisicoquímicas del agua, obteniendo eficiencia en la eliminación de cloro, sabores y olores característicos del agua de pozo , y una gran variedad de contaminantes químicos orgánicos categorizados como productos químicos dañinos de origen "moderno" tales como: pesticidas, herbicidas, metilato de mercurio e hidrocarburos clorinados (APHA, 1998).

4.5.3 Intercambio Iónico

El intercambio iónico es un proceso unitario en el que los iones de las diferentes especies en disolución desplazan a los iones insolubles en un determinado material de intercambio (Metcalf y Eddy, 1996).

El agua dura contiene un gran número de iones positivos en la forma de minerales disueltos como calcio, magnesio y hierro. La remoción de estos minerales (suavización o ablandamiento del agua) se logra a través de un proceso de intercambio de iones de Ca^{2+} y Mg^{2+} por iones de Na^+ entre el mineral que se quiere remover y un tanque de resina a través del cual se hace pasar el flujo de agua y en el cual los minerales disueltos son atrapados. El uso del suavizador disminuye las sales disueltas antes de pasar al equipo de ósmosis inversa, lo cual aumenta la vida de las membranas del equipo (Metcalf y Eddy, 1996).

4.5.2.3 Filtración Fina (Ultrafiltración)

La filtración fina o ultrafiltración, es una filtración a nivel molecular mediante el uso de una membrana que separa según el peso molecular y la dimensión de las partículas. Los poros de las membranas tienen dimensiones controladas de manera que las moléculas más gruesas que los poros sean retenidos mientras que las pequeñas son eliminadas.

La ultrafiltración es un proceso que maneja la presión y que emplea una membrana porosa. Sin embargo, las membranas de ultrafiltración, generalmente retienen partículas entre el rango de 0.001 y 0.02 micrómetros (μm), con un peso molecular entre 300-300000 mg/mol. Este proceso ha sido usado generalmente para la retención de coloides y macromoléculas en solución (Bartram y Ballance, 1996).

4.5.4 Ósmosis Inversa

El proceso de Ósmosis Inversa (OI) fue desarrollado hace unos 40 años, como proceso industrial y en grandes plantas de desalación de agua de mar. (Metcalf y Eddy, 1996).

La ósmosis inversa es una técnica muy usada para la purificación del agua (Thompson et al., 2004).

Consiste en hacer pasar el agua a presión a través de una membrana fina semipermeable, con el fin de remover sólidos disueltos y componentes orgánicos e inorgánicos de ella. Normalmente se aplica para desalinizar el agua, es decir, remover el exceso de sales, principalmente de cloruros (APHA, 1998).

La ósmosis directa toma lugar cuando el agua pasa de una solución menos concentrada a una solución más concentrada a través de una membrana semipermeable. El agua fluiría debido a esta diferencia de energía de la solución de menos concentración a la de más concentración hasta que el sistema alcanza el equilibrio. La adición de presión a una solución más concentrada detendrá el flujo de agua a través de la membrana de la solución de menos concentración cuando la presión ejercida iguale la presión osmótica aparente entre las dos soluciones. La presión osmótica aparente es la medida de la diferencia de la energía potencial entre las dos soluciones. Mientras se aplique más presión a la solución más concentrada, el agua empezará a fluir de la solución de más concentración a la de menos concentración (ósmosis inversa). La cantidad de agua filtrada depende de la presión aplicada a la solución de más concentración, la presión osmótica aparente y el área de la membrana que está siendo presurizada (House y Reed, 1997).

La Ósmosis Inversa es una unidad de operación avanzada en el tratamiento del agua. Las membranas de ósmosis inversa son capaces de remover hasta un 90% de los sólidos disueltos en agua como pueden ser: materia orgánica, bacterias y otras impurezas (Cheremisinoff, 1995). La OI para tratamiento de agua es mundialmente reconocido como un sistema eficiente para la eliminación de contaminantes del agua como:

- a. Partículas en suspensión (100%).
- b. Sólidos y minerales disueltos en el agua (99%).
- c. Elementos microbiológicos como virus, bacterias, etc. (99.9%) (Comisión del Códex Alimentarius, 2001)

4.5.5 Luz Ultravioleta (UV)

La desinfección por ultravioleta usa la luz como fuente encerrada en un estuche protector, montado de manera que, cuando pasa el flujo de agua a través del estuche, los rayos ultravioleta son emitidos y absorbidos dentro del compartimiento.

Cuando la energía ultravioleta es absorbida por el mecanismo reproductor de las bacterias y virus, el material genético (ADN/ARN) es modificado, de manera que no puede reproducirse. Los microorganismos se consideran muertos y el riesgo de contraer una enfermedad, es eliminado.

Los rayos ultravioleta se encuentran en la luz del sol y emiten una energía fuerte y electromagnética. Están en la escala de ondas cortas, invisibles, con una longitud de onda de 100 a 400 nm (1 nanómetro=10⁻⁹m) (FAO/WHO, 2001).

4.5.6 Ozono

Es el desinfectante más potente que se conoce, el único que responde realmente ante los casos difíciles (presencia de amebas, etc.). No comunica ni sabor ni olor al agua; la inversión inicial de una instalación para tratamiento por ozono es superior a la de cloración pero posee la ventaja que no deja ningún residuo.

El Ozono destruye los microorganismos en unos cuantos segundos por un proceso denominado Destrucción de Celda. La ruptura molecular de la membrana celular provocada por el Ozono, dispersa el citoplasma celular en el agua y lo destruye, por lo que la reactivación es imposible.

Debido a que los microorganismos nunca generarán resistencia al Ozono, no será necesario cambiar periódicamente los germicidas. El Ozono actúa sobre el agua potable eliminando por oxidación todos los elementos nocivos para la salud como son virus, bacterias, hongos, además de eliminar metales, los cuales pueden ser filtrados y eliminados del agua (American Water Works Association. 1999).

4.6. Causas de la contaminación del agua

Las fuertes concentraciones de población contribuyen a la rápida contaminación del agua y otros tipos de contaminación. Agua contaminada es el agua a la que se le incorporan materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos (FAO/OMS, 2003).

4.6.1 Enfermedades producidas por la contaminación del agua

Las principales causas de enfermedades entéricas en el hombre son los microorganismos patógenos y el mecanismo más común de transmisión es a través del agua potable contaminada, ya sea por excrementos humanos o de animales, no sólo en forma directa, sino también por la elaboración de alimentos, cuyo consumo origina las infecciones gastrointestinales (Dufour A. et al. 2003). La alta probabilidad con la que el agua potable se puede contaminar, crea un amplio margen de distribución de enfermedades, que ponen en riesgo la salud y bienestar de la población, la cual depende en forma primordial tanto la cantidad como de la calidad del agua utilizada (Venieri et al. 2006).

4.6.1.1 Enfermedades diarreicas

Se entiende por fecalismo la ingestión de alimentos infectados con materia fecal, así como la práctica de la deposición de heces humanas y de animales, al ras del suelo, que proveen de un alto contenido de contaminantes al ser arrastradas por el agua de lluvia (Gleyck, P. H. 1993).

Una enfermedad diarreica se caracteriza por evacuaciones frecuentes de heces anormales, blancas o líquidas, que contienen más agua de lo normal, la diarrea agrava la desnutrición por cuatro mecanismos (Giono, et al. 1993):

1. Disminución de la ingesta de alimentos por vómito, fiebre, deshidratación, dispepsia.
2. Mal absorción de azúcares, grasas, proteínas, vitaminas y minerales.
3. Alteraciones metabólicas y
4. Pérdidas directas, lo que a su vez ocasiona otras alteraciones.

Los alimentos son buen sustrato para las Enterobacterias, así como para *Vibrio cholerae*, lo que se origina principalmente por (Fernández, 1981):

- Irrigación de cultivos con aguas residuales crudas o parcialmente tratadas.
- Frutas o verduras que han sido lavadas con agua sucia o que durante su manejo fueron contaminadas.
- Toda clase de alimentos y bebida cuya preparación implique el uso de agua de consumo contaminada desde la fuente o durante el manejo y almacenamiento.

4.6.2 Enterobacterias

Entre las bacterias de mayor frecuencia y causantes de gastroenteritis se encuentra la familia Enterobacteriaceae, que se definen como conjunto de bacilos gram negativos, heterogéneos en cuanto a su hábitat y su capacidad patógena, móviles con flagelos peritricos o inmóviles, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos y oxidasa negativa. Tienen la capacidad de reducir nitratos a nitritos (Fujioka y Yonoyama, 2001; Burrows, 1984; Jawetz et al., 1992; Joklik et al., 1992).

Son organismos que se encuentran habitando suelo, agua, lodos, materia en descomposición, diversos productos alimenticios, así como el tracto digestivo y urinario del hombre, su tamaño oscila entre 0.3 a 2 μm . Si bien algunos forman parte de la flora normal del intestino, otros son patógenos ampliamente reconocidos como *Escherichia* enteropatógena, *Klebsiella*, *Shigella*, *Salmonella* y *Yersinia* (Cuadro 7), causando infecciones en los aparatos gastrointestinal y urinario (OMS, 1992; Perea, 1992).

Las bacterias coliformes constituyen una gran parte de la flora normal aerobia del intestino y pueden incluso contribuir al funcionamiento normal y a la nutrición, sin embargo se transforman en patógenos cuando alcanzan tejidos u órgano susceptible fuera del intestino, en especial las vías urinarias, las vías biliares, los pulmones, el peritoneo o las meninges provocando inflamaciones (Burrows, 1984).

Cuando las defensas son inadecuadas (particularmente en lactantes y ancianos), las bacterias coliformes pueden alcanzar la corriente sanguínea y provocar septicemias (Jawetz et al., 1992).

Cuadro 7. Géneros integrantes de la familia *Enterobacteriaceae*

GÉNEROS	PATOGENICIDAD
<i>Escherichia</i>	Habitantes intestinales: gastroenteritis
<i>Edwardsiella</i>	Diarreas humanas ocasionales
<i>Citrobacter</i>	Habitante normal del intestino
<i>Salmonella</i>	Fiebre tifoidea: gastroenteritis por <i>Salmonella</i>
<i>Shigella</i>	Bacilos de la disentería
<i>Klebsiella</i>	Neumonía en el hombre
<i>Enterobacter</i>	Habitante normal del intestino
<i>Hafnia</i>	Habitante normal del intestino
<i>Serratia</i>	Formas de vida libre
<i>Proteus</i>	Habitante intestinal, ocasionalmente patógeno para el hombre
<i>Yersinia</i>	Bacilo de la peste

Fuente: Burrows, 1984.

4.6.3 Indicadores bacteriológicos de contaminación

Un buen indicador bacteriológico de contaminación se caracteriza por (Moe et al., 1991):

- Indicar que ha ocurrido un tipo de contaminación y en ocasiones sugerir su origen.
- Estar presente cuando existan bacterias patógenas de origen vegetal.
- Estar directamente relacionado con el grado de contaminación fecal.
- Presentar un tiempo de sobrevivencia mayor que la de los patógenos entéricos.
- Desaparecer junto con los patógenos una vez realizado el tratamiento de desinfección.
- Ser determinados cuantitativamente en forma rutinaria sin interferencia de otras bacterias.

Se sugiere utilizar la técnica de coliformes fecales en lugar de la de los coliformes totales, para evaluar una contaminación de tipo fecal, siendo mucho más específica en la detección de *Escherichia coli* (Edberg et al., 2000).

4.6.3.1 Coliformes totales

Los coliformes totales tienen poco significado sanitario debido a que algunos miembros se encuentran distribuidos en la naturaleza en comparación a su presencia en el intestino humano y de animales de sangre caliente. Son muy útiles para la evaluación de procesos de tratamiento, potabilización y desinfección del agua (Silva et al., 2004).

Los coliformes totales son bacilos cortos gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, capaces de fermentar lactosa con producción de ácido y gas en 24 horas a 35 ± 0.5 °C. El grupo incluye los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Schets et al., 2002).

4.6.3.2 Coliformes fecales

Los coliformes fecales son bacilos cortos gran negativos, aerobios y anaerobios facultativos capaces de fermentar lactosa con producción de ácido y gas en 24 horas a 44.5 ± 0.2 °C. El principal representante es *Escherichia* y algunas cepas de *Klebsiella* (Lavoie, 1983).

4.6.3.3 *Vibrio cholerae*

Otro microorganismo de importancia médica es la bacteria *Vibrio cholerae* O1 que ocasiona la enfermedad del cólera, infección intestinal aguda, grave e invasiva. *V. cholerae* pertenece a la familia Vibrionaceae (Rivera et al., 2001).

El género *Vibrio* comprende bacilos gran negativos que miden de 0.5 µm a 0.8 µm de diámetro por 1.4 – 2.6 µm de largo, son inmóviles por flagelos polares, anaerobios facultativos, poseen ambos metabolismos, respiratorio y fermentativo, no fijan ni desnitrifican el nitrógeno, son quimiorganótrofos, muchos son capaces de crecer en un medio mineral conteniendo D-glucosa (cuya fermentación produce ácido pero no gas) y NH₄Cl, además utilizan D-fructosa, maltosa y glicerol (Asoke, 2011).

Vibrio cholerae presenta resistencia a diversos factores ambientales (Dhiman y Greenough, 1992):

- Soporta temperaturas menores de -32 °C
- Se mantiene viable completamente congelado durante 20 días
- Puede estar sujeto a repetidos congelamientos y descongelamientos
- Resiste en aguas superficiales, de 1 a 13 días
- En heces hasta 17 horas
- En aguas residuales a 37 °C, cuando más 24 horas
- En el suelo hasta 2 meses
- En especies acuáticas, de 1 a 40 días
- En alimentos, de 1 a 10 días
- En el intestino de moscas, de 4 a 5 días
- Sobrevive en un rango de 5.6 a 9.6 de pH, con niveles óptimos de 7.6 a 8.6
- A un pH de 6.0 los vibriones mueren en períodos cortos de tiempo

La transmisión de las infecciones gastrointestinales está asociada al nivel de saneamiento y al desarrollo económico. Es relevante planear acciones de control, formular nuevas estrategias de intervención. Mientras exista fecalismo y basureros al aire libre, y no haya un manejo higiénico, las enfermedades gastrointestinales seguirán apareciendo entre los 10 padecimientos que están propiciando el mayor número de mortalidad (Carvajal y Oletta, 2011; Tay et al., 1991).

4.7. El problema del agua y el agua embotellada como alternativa

El problema radica en que no está distribuida de manera uniforme en el mundo y el cambio climático está agravando su escasez en las regiones más áridas del planeta, donde viven millones de personas y la mitad del total de la población es pobre; la carencia de este líquido obliga a la población en general a un reenfoque moderno de consumo sano. La potabilidad del agua es un tema que cada día ocupa más atención de políticos, industriales, científicos y público en general, debido a que su consumo se ha visto incrementado con los años. En la actualidad, el agua se ha convertido en un bien muypreciado en todos los países, de tal manera, que el siglo XXI está destinado a convertirse en la “Era del Oro Azul”, lo que ha motivado que la industria del agua envasada sea vista como un negocio rentable y de crecimiento constante. Un número reducido de empresas dedicadas a este sector comercial monopolizan los mercados internacionales, nacionales o regionales (Calzada, 2007).

El acceso al agua de buena calidad se debe garantizar a todos los habitantes como un derecho básico. En Noviembre de 2002, la Organización de las Naciones Unidas declaró formalmente que el acceso al agua potable segura es uno de los derechos humanos: “El agua es fundamental para la vida y la salud. El derecho humano al agua es indispensable para llevar una vida saludable en dignidad humana. Es un prerrequisito para la realización de todos los demás derechos humanos” (Giraldo, 2004).

Actualmente, hay una diversidad de marcas de agua envasadas y muchas personas las prefieren, ya sea por moda o necesidad, pensando que son garantía de calidad e higiene.

Esto no siempre es verdad, ya que los costos de venta son altos y en ocasiones pueden presentar contaminación que no se puede apreciar a simple vista.

De manera paralela a los grandes consorcios ya existentes (marcas registradas reconocidas) que comercializan el agua para consumo humano, la República Mexicana, especialmente el Estado de México se ha visto invadido por empresas que venden agua purificada. Es agua envasada, a granel, de entrega a domicilio; en estas empresas se cambian y/o lavan los contenedores que las personas llevan para ser “rellenados”, a precios más económicos, esto último ha sido un factor clave que ha constituido el éxito comercial de las “llenadoras” al permitirles competir con las grandes empresas del mercado local (Calzada, 2007).

Pero, a causa de las impurezas químicas presentes en todas las aguas naturales (materia prima de las “llenadoras o purificadoras”) la investigación tuvo como finalidad encontrar el mejor diseño en función de un estudio fisicoquímico, microbiológico y de evaluación sensorial del agua purificada captada en la zona de estudio, para determinar, niveles de Sólidos Disueltos Totales (TDS) y Calcio/Magnesio (Dureza). De ello depende instalar equipos para cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993, bienes y servicios de agua purificada envasada; evidenciar en las aguas envasadas, la presencia de diferentes agentes bacterianos dañinos a nuestro organismo. Los grupos indicadores fueron: coliformes totales y coliformes fecales. Se utilizaron técnicas de laboratorio oficiales y avaladas por la normatividad vigente de nuestro país, ya que la presencia de contaminantes objetables, sean químicos o gérmenes patógenos, en este líquido vital causan efectos nocivos para la Salud Pública de los consumidores.

Por lo que surgen la preguntas: ¿realmente se requiere seleccionar y diseñar un tren de tratamiento para obtener agua purificada, con la cual se cumpla con la finalidad principal de no solo llevar agua a los usuarios, sino también agua de calidad?, ¿En planta el agua purificada que se vende en los establecimientos llamados comúnmente “llenadoras o purificadoras” en la Republica Mexicana, cumplen con los criterios de calidad sanitaria establecidos dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-201- SSA1-2002?.

Otro punto que se debe recordar es que dentro de este proyecto de tesis, en ningún momento se considerara el análisis de costo para no restringir ninguna propuesta de diseño o de operación, se idealizará el diseño óptimo, sin importar la restricción anteriormente señalada.

4.7.1 Agua Embotellada en México

México cuenta con dos principales certificadoras para el agua purificada, NORMEX y CANACINTRA que avalan la calidad de los empresarios mexicanos, que se dedican a la elaboración de productos envasados. A partir de 1993, el proceso de normalización es un proceso obligatorio para aguas purificadas y envasadas.

De manera general, el agua que ha sido sometida a un tratamiento físico, químico y microbiológico que se encuentra libre de agentes infecciosos, cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud y para su comercialización se presenta en botellones u otros envases con cierre hermético puede estar certificada por alguna institución de prestigio en el ramo.

El alto consumo de agua purificada en México se debe principalmente a la falta de información (CONAGUA, 2008), a una publicidad exagerada y a los pocos

casos en que se han encontrado problemas de contaminación en el líquido entubado. Donde los medios de comunicación forman parte de una inconsciente difusión para generar duda a la población y convencer que el líquido de la llave no es apta para el consumo humano, aun cuando la envasada es 94 por ciento de la llave (Aqua, 2007).

Es así como México ocupa el segundo lugar entre los países que más agua consumen y en el mundo es la segunda mercancía que más dinero mueve, después del petróleo. En el año 2007, México consumía 22.2 millones de metros cúbicos de agua embotellada (205.5 litros por persona, en año 2000 era de 99 litros), detrás de Emiratos Árabes Unidos, cantidad que representaba para entonces el 52 por ciento del agua embotellada que se comercializa en América Latina. Además, el 40 por ciento la producen Bonafont, Nestlé, Coca-Cola y Pepsi. El resto del líquido lo embotellan comunidades y sistemas independientes que de alguna manera han ido estableciendo su marca para posteriormente ser transferidos a las empresas grandes como ocurrió con Bonafont.

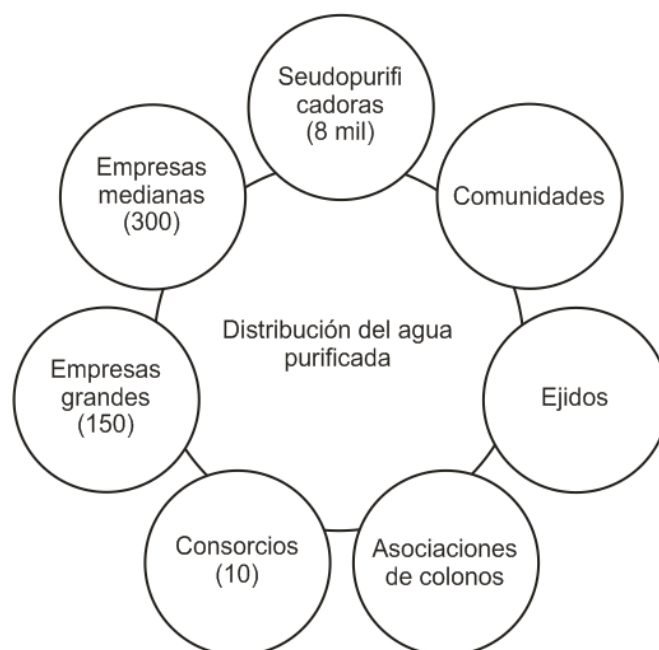


Figura 1. Distribución del agua purificada en México (Rosas y Gonzalo, 2009).

Indudablemente el avance de este proceso se debe a la participación del gobierno federal, estatal y municipales que han permitido desde 1988 hasta a organismos internacionales y extranjeras, desarrollar estrategias para la opacidad y la poca difusión del agua que utilizan, de dónde la obtienen, cuánto paga por los derechos del líquido, especialmente en las zonas con gran escasez de recursos hídricos, acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina y qué se hace con sus aguas residuales. El ejemplo más claro es la empresa Fomento Económico Mexicano (FEMSA), al ser la embotelladora de refrescos más importante de América Latina, manejando 64 marcas de refrescos y agua. Pero además, tiene la mayor cantidad del líquido extraído y aprovechado que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) le otorgo en las administraciones pasadas.

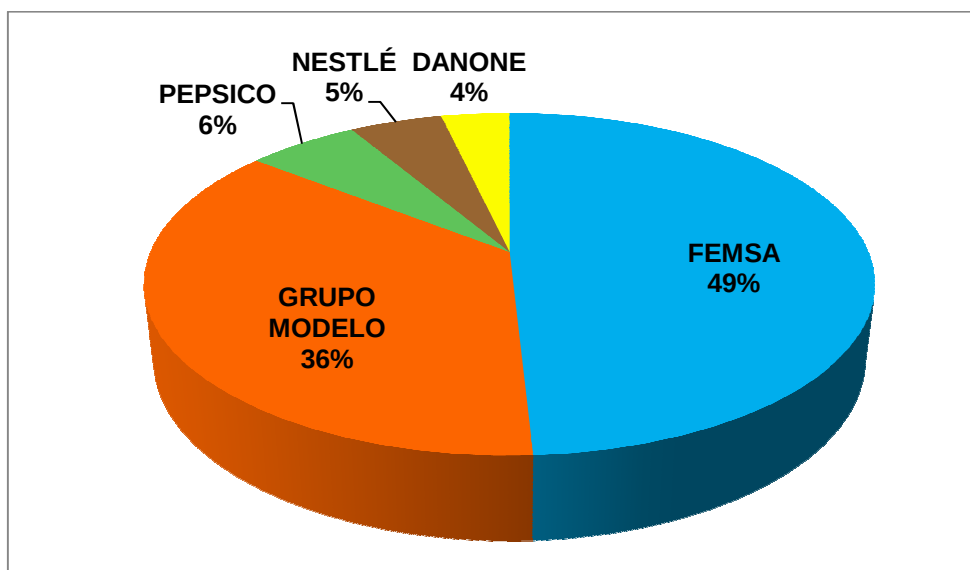


Figura 2. Porcentaje de agua que se extrae y se distribuye en el mercado Mexicano en varias presentaciones (Rosas y Gonzalo, 2009).

Para dar una idea a los porcentajes mostrados en la figura anterior, recordemos que la industria de refrescos, aguas y cervezas extrae cada año 122

millones 908 mil 506 metros cúbicos y la mitad de esta cifra esta posicionada en el mercado nacional.

Según AjeGroupe las ventas de agua purificada llegan hasta el 41 por ciento entre mayo y septiembre, en relación con el resto del año, que está entre 20 y 25 por ciento, la razón son las altas temperaturas.

Aunque debería alentar al país por la generación de empleos, desafortunadamente los ingresos generados por este mercado no favorece la soberanía económica de ningún país, ni eleva la calidad de vida de la población, pero si amenaza con limitar el acceso al líquido solo a las personas que puedan pagar por ella hasta 10 mil veces su valor, tal y como ocurre en Estados Unidos y Canadá donde un tercio de la población cubre sus necesidades de hidratación con el agua embotellada (Clarke, 2009). Pero es en estos países y de Europa donde crece un movimiento de resistencia contra el agua embotellada y ya ha ocasionado una disminución de sus ventas.

Finalmente la idea central de estos primeros pasos es pensar “Si la gente no quiere una planta de extracción en su pueblo, sin duda no debería”.

4.7.1.1 Importancia de la hidratación del cuerpo

Agua, después del aire que respiramos es la sustancia más importante para la vida en la tierra, podemos vivir varias semanas sin comer, pero los seres humanos solo pueden vivir de 3 a 5 días sin agua, pero el agua saludable como la naturaleza la creo es cada vez más difícil de encontrar. Desperdicios industriales, fertilizantes y otros contaminantes son una amenaza para el agua de la que nuestra vida depende todos los días.

En nuestro cuerpo la necesitamos y dependiendo de su calidad, esta refleja en la salud de la persona, es tanto su beneficio que Emoto (2006) menciona que dependiendo del origen del agua tiene efectos benéficos en la lucha contra el envejecimiento y en el retraso en la aparición de arrugas. Tales bondades se deben a los minerales que tienen y al ser absorbidos en las cantidades adecuadas en el cuerpo humano, permiten una arquitectura perfecta de los huesos y ayudan a que las enzimas trabajen adecuadamente para que los nervios envíen señales correctamente.

4.7.1.2 Estatus social o glamour al consumir agua purificada

Saciar la sed se ha convertido en un rentable negocio en una parte del planeta en la que se extrae de pozos profundos, de remotos glaciares o que se recoge el agua de lluvia, mientras que en otros unos 1100 millones de personas más de una sexta parte de la población mundial carece de acceso asequible a este recurso de primera necesidad.

La moda inició en París en 1650 con la marca Chateldon y a partir de los años 90's del siglo XXI se dio turno de la vista y del paladar con la introducción de agua de etiqueta de la firma inglesa Ty Nant que al inicio pareció ser una moda, se convirtió en una necesidad más que normalmente las personas que buscan diseño y beber algo diferente, sin alcohol (Da Cruz, 2006).

Aunque la diferencia es el precio y sus peculiaridades: por el diseño de su botella (barroco con toques orientales y con cristales de Swarovski), por obtenerse en lugares muy apartados de las grandes ciudades y por sus propiedades saludables.

Si consideramos que el agua tiene propiedades saludables, debemos retomar los resultados obtenidos de Masaru Emoto publicados (2003) en su libro “Mensajes del Agua” donde menciona que el agua almacena información, sentimientos y conciencia, reaccionando a cualquier estímulo (pensamientos, emociones, así como palabras que pronunciamos)”. Además, señala que “el agua celular de una persona puede reestructurarse armónicamente por resonancia bebiendo agua” pero dependerá de la información específica a la que ha estado expuesta en el plano vibratorio.

Lo anterior pone en evidencia si el agua que se tiene en el mercado con propiedades curativas realmente cumplen tales funciones una vez que han pasado por un proceso de conducción, almacenamiento, filtración y desinfección; envasado y transporte desde su origen a los puntos de venta. Sin duda todo este proceso involucra muchos planos vibratorios y lo único que se puede modificar actualmente es la concentración de elementos minerales y la gran experiencia excitante y glamurosa de quien adquiere un producto de este tipo. Moda que crece muy rápidamente en todo el mundo.

Investigaciones por Catherine Ferrier (2001) de la Universidad de Ginebra para Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF) indica que el costo real de una botella de agua en una tienda corresponde al 90 por ciento y se debe a elementos distintos al líquido contenido, tales como:

- Embotellado
- Transporte
- Marketing y
- Distribución

Aun conociendo estos puntos, en países de Europa y América, hay un alto crecimiento y comercialización de marcas (ver cuadro 1) súper Premium, Premium y especiales, a través de establecimientos de gourmet, tiendas de diseño, moda o restaurantes de lujo para proporcionar a consumidores la oportunidad de unirse a la cultura por el uso del plástico.

Cuadro 8. Algunos ejemplos de transformación de una necesidad vital en un placer, en una exhibición de estatus y negocios lucrativos.

Marca	Productor	Características y descripción	Mercado	Costo
Antipodes (750 mL)	Nueva Zelanda	Antipodes se obtiene de la Bahía de Plenty, desde un acuífero situado a 300 metros de profundidad. Tiene un contenido bajo en sólidos disueltos y en cambio un alto nivel natural de silicio.	Nueva Zelanda	5.9 €
Chateldon (1L)	Francia	Es una de las marcas más antiguas y famosas aguas minerales de Francia, se embotella desde 1650. Es un agua mineral de extremada rareza. Brota de un manantial oculto en una zona montañosa del sur de Córcega, rodeado de granito, que le otorga un sabor muy especial. Rica en calcio, sodio y bicarbonatos, Chateldon se le conoce como a la Rolls de las aguas.	Francia	4.85 €
KAROO	Sudáfrica, El Cabo	Su nombre significa “lugar de sed” en lenguaje indígena africano. Esta agua mineral naturalmente equilibrada brota desde el interior profundo de la tierra, filtrada a través de grietas y fisuras de 180 millones de antigüedad de viejas piedras doleritas de las montañas Paardeberg. Esta agua es obtenida y embotellada en la región vinícola de Paarl en Western Cape de Sudáfrica. Tiene bajo contenido en minerales, con una suave textura, única y sutil, de fino sabor.	Sudáfrica	4.15 €

1 Litre	Canadá	Esta agua se obtiene de un acuífero altamente protegido en el antiguo condado de Northumberland en el corazón de Canadá. Se trata de un agua mineral muy equilibrada con un divertido y estimulante sabor.	Canadá	4.95 €
Finé (720 mL)	Japón	El agua artesiana natural Fine tiene una composición mineral debido a su fuente que es un acuífero ubicado a 600 m. por debajo del cinturón volcánico Fuji en Japón, en el tranquilo paraje de Shujenzi. Desde sus orígenes como agua de lluvia, esta recorre pausadamente a través de cientos de metros de roca volcánica que actúa como filtro natural purificador y le confiere una mezcla especial de minerales que le otorgan un gusto característico. La marca ofrece a sus clientes el mejor nivel de sabor, calidad, diseño y exclusividad.	China, New York y España	10 €
420 VOLCÁNICA (420 mL)	Nueva Zelanda	Cada gota de 420 ha tardado generaciones en filtrarse a través de la montaña volcánica de la que procede. Las burbujas de agua salen a la superficie con su propia presión al ser un agua artesiana, filtrándose en el camino a través de 200 metros de profundidad sobre viejas rocas volcánicas.	Nueva Zelanda, Europa, E.U.A	3.9 € hasta 4.5 €
ELSENHAM (750 mL)	Inglaterra	El manantial de agua artesiana Elsenham de Hertfordshire, es rico en minerales y particularmente en calcio, hierro y estroncio y sin embargo, es baja en sodio.	Inglaterra	6.5 € hasta 7.35 €

		Una pieza de arquitectura; este precioso diseño de la botella ha sido el ganador del prestigioso “Bottled Water World Design Award 2005”. El agua tiene décadas de antigüedad y se embotella en el mismo manantial desde un acuífero bajo piedra caliza situado a gran profundidad. Este confinamiento dentro del acuífero hace de filtro natural y se necesitan muchos años para obtener la pureza de la que esta agua posee.		
VOSS (800 mL)	Noruega	Voss es el agua natural sin filtrar más pura del mundo solamente con 22 mg de sólidos disueltos en la que no se utilizan bombas mecánicas para extraerla, ya que la fuerza del acuífero la hace brotar de forma natural.	América, Europa, Asia y Australia	3.6 €
CLOUD JUICE (750 mL)	Tasmania, Australia	Procede de Tasmania, y para recogerla, han diseñado 400 m ² de tejados donde unos contenedores especiales filtran el agua. Su producción es artesanal y muy limitada y su paso por la garganta refrescante y aterciopelado sabor almendrado.	España	6.3 € hasta 10 €
OGO CRISTAL (1 L)	Holanda	El agua OGO está siendo conocida en todo el mundo por ser un agua que contiene 35 veces más oxígeno que el agua habitual. Su consumo aumenta el nivel de oxigenación en la sangre.	Alemania, E.U.A y España	12.1 €

Bling h ₂ O (350 y 750 mL)	Estados Unidos	El agua es extraída a 800 m. de profundidad y purificada mediante un proceso de ultravioleta, ozono y ultrafiltración.	E.U.A y Europa	24 € hasta 40 €
Fiji (500 mL)	E.U.A	Agua FIJI proviene de un solo lugar: el remoto valle Yaqara de Viti Levu (una de las dos principales islas de Fiji).	E.U.A, América Latina	1.1€
Evian (500 mL)	Francia	Los orígenes del agua natural evian de deben a la pureza de su manantial, en los Alpes franceses.	Francia, América Latina	0.7 €
Glacéau Smart Water (591 mL)	E.U.A	Agua que es producida por destilación, deionización, ósmosis inversa.	E.U.A, Canadá y América Latina	1.07€
Nursery (3.785 L)	E.U.A	El agua Nursery es agua purificada procesada mediante la destilación por vapor y está disponible con fluoruro añadido o sin fluoruro añadido. El agua potable Nursery para bebés fue creada en 1948. El distribuidor es DS Waters of America, Inc.	E.U.A, Canadá y América Latina	0.22 €
Lluviatl (1 L)	México	Producida con agua de lluvia que se colecta, se filtra y desinfecta.	México	0.5 €

Bonafont (1 L)	México	Bonafont nació en 1992, y desde 1996 pertenece al Grupo Danone, la planta de Bonafont se encuentra en el Valle de Toluca.	México	\$5.50
Swiss Breeze** (500 mL)	México	Agua Natural Baja en sodio. Este producto cuenta con las más exigentes normas de calidad y certificación Kosher Pareve, es purificada a través de los siguientes tratamientos: Filtración por Ósmosis Inversa, Esterilización UV y sistema de Intercambio Iónico por resinas.	México	\$7.20
Swiss Breeze*** (500 mL)	México	Agua Natural Muy Baja en sodio. Este producto cuenta con las más exigentes normas de calidad y certificación Kosher Pareve, es purificada a través de los siguientes tratamientos: Filtración por Ósmosis Inversa, Esterilización UV y sistema de Intercambio Iónico por resinas.	México	\$7.20
Ciel (1 L)	México	Captación de agua pluvial en Hidalgo (El Arenal, Atotonilco el Grande y Nopala de Villagrán) y una más en Campeche (Conhuas). Un producto de Coca-Cola Company.	México	\$5.80
Epura (1 L)	México	Epura desde 2005 anteriormente conocida como electropura, es agua extraída de pozos profundos, embotellada y distribuida por Pepsi Bottling Group Mexico.	México	\$6.50

Nestlé Pureza Vital (1 L)	México	El agua Nestlé Pureza Vital es distribuida por Grupo Nestlé México, S.A. de C.V.	México	\$5.90
Gerber (500 mL)	México	Es un agua con bajo contenido de sales (menos de 3 miligramos). El agua Gerber es distribuida por Grupo Nestlé México, S.A. de C.V.	E.U.A. y México	\$5.70
Sta. María (1 L)	México	El agua Sta. María proviene del manantial La Asunción que se ubica en Sta. María Atepatzingo, reserva protegida del volcán Iztaccíhuatl en Puebla, cerca del Parque nacional Izta...Popo a 2900 msnm, obtenida después de años de filtración natural. Se embotella directamente sin ningún proceso químico que altere sus propiedades originales. La embotelladora de agua Sta. María, fue fundada en 1991 por Grupo Nestlé México, S.A. de C.V.	México	\$6.70
Aguafiel (500 mL)	México	Agua purificada embotellada, esta agua proviene de los deshielos del Pico de Orizaba "Citaltépetl" (Pue.-Ver.), que a lo largo de muchos kilómetros de recorrido subterráneo, se enriquece con sales minerales (carbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, sodio, etc.) y se purifica al filtrarse por el subsuelo calizo de la región. Grupo Peñafiel en 1993 lanza Aguafiel en Guadalajara.	México	\$3.40

Great Value (1 L)	México	El agua Great Value es un agua que pasa a través de un proceso de filtración, desmineralización, purificación, desinfección por lámparas Ultra Violeta y ozonificación. La marca Great Value, es un producto de la cadena comercializadora de alimentos y bebidas Wal-Mart de México, S. de R.L. de C.V.	México	\$3.90
Skarch	México	En 1960 nace con el nombre de Agua Ultra-Pura, que después se cambio por Agua Pureza AGA y actualmente también se distribuye como Skarch. Este producto es fabricado por Embotelladora Aga de México S.A. de C.V.	México	\$3.70
De los Cielos Premium (300 mL)	México	El Agua se obtiene a través de varios Procesos de Purificación naturales, sin aplicar químicos. Se encuentra en la Ciudad de Toluca, Estado de México.	México	\$2.70
Aurrera (300 mL)	México	Agua purificada Marca Propia Bodega Aurrera es distribuida por la misma Aurrera bajo licencia por Nueva Wal-mart de México, S. de R.L. de C.V.	México	\$2.30

Nota: (**) Gourmet baja en sodio “etiqueta roja”; (***) Gourmet “etiqueta azul”.

En el cuadro siguiente se observa la composición física y química de algunas marcas de agua purificada.

Cuadro 9. Composición física y química de algunas marcas de agua purificada con alto valor adquisitivo, propiedades saludables y curativas.

Minerales	Bonafont	Lluvia	Chateldon	1 Litro	Finé	420	ELSENHAM	VOSS	OGO	CLOUD JUICE	Bling H ₂ O	Fiji
Sodio*	5	-	240	2	8.7	14	22	7	8.5	9.37	1.5	-
Potasio*		-	35	0.04	1.7	30	-	-	4.5	0.92	1.2	-
Bicarbonatos*		12	2075	-	52.8	-	365	-	231	-	100	152
pH**		6.9	-	-	7.8	-	-	6.4	6.44	-		7.8
Calcio*		-	383	52	9.7	12	86	5.8	63	0.51		18
Sílicatos*		-	-	-	-	-	-	-		-		-
Magnesio*		-	49	16	4.7	6	22	1.1	7.6	0.05	6.8	14
Silicio*		-	-		76.2	-	-	-	19.3	-		91
Sulfatos*		6	-	20.5	5.7	68	-	5	18	2	8.3	-
Cloruros*		0	-	2	5.3	17	21	14	16	19	1.2	-
Fosfatos*		-	-	-	0.2	-	-	-	-	-		-
SDT***		16	-	-	-	-	-	250	-	-		220
Fierro*		0.014	-	-	-	-	-	0.1	-	-		-
Costo €	0.3	0.3	5.0	5.3	9.3	4.8	7.7	4.5	12.6	6.6	76.5	1.1

Nota: (*) expresado en mg/L; (**) pH expresado a 20°C; (***) SDT disueltos a 180°C; () no se encuentra disponible la información; (-) no detectable.

Fuente: Elaboración propia, Elistas (2007); Wawali (2009) y Palacios (2009).

Cuadro 10. Composición física y química de algunas marcas de agua purificada comercializadas en México.

Minerales	Bonafont	Swiss Breeze ****	Swiss Breeze *****	Ciel epura	Nestlé pureza vital	Gerber	Sta. María	Aguafiel	Great Value	Skarch	De los Cielos	Aurrera	evian	Glacéau Smart Water	Nursery *****	
Sodio*	<5	<5	3	8	<5	<3	-	8	<5	<5	<1.7	6	<5	6.5	-	-
Potasio*		1	1				15-22	2.6						1	-	-
Bicarbonatos*							-	68.0						360	-	-
pH***		7.8	7.8				7.35- 7.53	7.4						7.2	-	-
Calcio*		78	78				12-13	7.1						80	-	-
Silicatos*							-	-						-	-	-
Magnesio*		24	24				6.9- 7.0	5.0						26	-	-
Silicio*							-	-						15	-	-
Sulfatos*							-	1.0						12.6	10	-
Cloruros*							19-23	1.0						6.8	9.6	-
Fosfatos*							-	-						-	-	-
SDT***							82-98	-						309	36	25
Fierro*							-	-						-	-	
Costo (\$)	5.50	7.20	7.20	5.8	6.50	5.90	5.70	6.70	3.40	3.90	3.70	9.00	7.30	13	18.20	3.80

Nota: (*) expresado en mg/L; (**) pH expresado a 20°C; (***) SDT disueltos a 180°C; (****) Gourmet ba ja en sodio “etiqueta roja”; (*****) Gourmet “etiqueta azul”; (*****) tiene un nivel de 0.7 mg/L de fluoruro; () no se encuentra disponible la información; (-) no detectable.

Fuente: Elaboración propia; Gerber Pure™ Water, 2008; Glacéau smartwater®, 2008 y DS Waters, 2011.

Del cuadro 8, 9 y 10, se observa que el agua purificada adecuada para nuestro organismo no necesariamente es aquella que tiene todos los tratamientos de filtración y desinfección, hasta convertirla en un líquido desmineralizado proveniente de suavizadores y de ósmosis inversa. Las personas deben usar este tipo de agua como medios de desintoxicación, pero no como único medio de hidratación, de continuar su consumo, se tienen una alta probabilidad de incidir en enfermedades cardiovasculares y de acidificar al organismo (Zoltan, 2006). Esto se debe a que las células, los tejidos y los órganos no gustan de ser sumergidos en ácido y harán cualquier cosa para liberar esta acidificación, incluyendo la remoción de minerales del esqueleto y la manufactura de bicarbonato en la sangre. El organismo pierde electrolitos (sodio, potasio y cloro) y minerales (magnesio) el resultado es una descalcificación, irregularidades en los latidos del corazón y una presión alta.

Sin embargo, estos conocimientos no han sido difundidos en los medios de mayor alcance al consumidor y eso ha provocado que en Occidente, la mercadotecnia ha sabido aprovechar la preocupación por la vida sana, el colesterol y el sobre peso. Ni la Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene pruebas convincentes que sustenten los efectos beneficiosos, pero ya se pueden obtener en el mercado productos que incluyen: vitaminas, aromas, sabores e incluso oxígeno extra, las de lujo y agua para mascotas (Purely Pets H₂O).

Mientras el Marketing ha triunfado para el producto agua purificada; ante todo esto surge una pregunta, si tal moda continua expandiéndose por todo el mundo y solo podrán tener acceso a este producto aquellos que tienen la posibilidad de adquirirlas.

4.8. Bebidas saborizadas no alcohólicas

De acuerdo a la NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. Define como bebidas saborizadas a los productos elaborados por la disolución en agua para uso y consumo humano, de edulcorantes e ingredientes opcionales, adicionados o no de aditivos, que pueden estar o no carbonatadas. Incluye bebidas para deportistas.

4.8.1 Agua con valor agregado

Las bebidas azucaradas están en la mira de las principales causas de la obesidad. Su sustitución por alternativas bajas en calorías podría ser una solución, sin embargo la industria debe resolver el problema del regusto y artificialidad en el sabor si requiere conquistar a los consumidores (Euromonitor Internacional, 2012).

La creciente moda vinculada con soluciones menos convencionales para adelgazar ha impulsado a las empresas a continuar innovando en la elaboración de alimentos y bebidas con bajo contenido de azúcar, endulzados con edulcorantes de alta intensidad que aportan principalmente dulzor. Su poder edulcorante es muy alto, típicamente varios cientos de veces más que la sacarosa. Cabe mencionar que, debido a su alto poder edulcorante, se adicionan en cantidades muy bajas y, por esta razón, la contribución en volumen y aporte calórico se vuelve insignificante. Cada uno de estos edulcorantes tiene ventajas y limitaciones, que son críticas en la selección y aplicación (Garduño, 2012).

4.8.2 ¿Podría ser este el fin de la obesidad?

Aunque la obesidad es una enfermedad causada por diversos factores, es corriente que se culpe en particular a las bebidas azucaradas de ser la causa que más contribuye con esta epidemia global. La lógica detrás de dicha acusación es convincente: un litro de una gaseosa cola estándar contiene 420 kcal, todas ellas provenientes del azúcar. El consumo de ocho litros de cola (o de cualquier otra gaseosa estándar por semana, que no es en absoluto una cantidad poco realista, equivale en términos de calorías, a una libra (0.454 Kg) de grasa corporal. De esta manera, es bastante fácil advertir cómo la sustitución de gaseosas estándar por alternativas bajas en calorías podría representar una importante diferencia en cuanto al peso corporal de una persona entre el mediano y largo plazo. Sin embargo, las gaseosas de bajas calorías acusan tradicionalmente dos importantes desventajas: en primer lugar, los consumidores se muestran fastidiados por su regusto (dejo de sabor) y, en segundo lugar, deben soportar el peso de su clara artificialidad (Euromonitor Internacional, 2012).

4.8.3 Innovación en bebidas y comercialización

Los Claims Nutricionales establecen, sugieren o implican que un alimento o bebida tiene ciertas propiedades nutricionales. En el caso de las bebidas, y particularmente del agua embotellada, existen dos variantes de productos: el agua funcional y el agua gourmet (Gorinstein, 2012).

Hoy en día los consumidores son más conscientes de las compras que realizan, están más informados y se preocupan por conocer el contenido de los productos que ingieren.

El derecho de tener información sobre los valores nutricionales que aportan los alimentos que consumen, trajo como resultado la exposición de rótulos o Claims Nutricionales que establecen, sugieren o implican que un alimento tiene ciertas propiedades nutricionales, beneficiosas en términos de valor calórico (elevado, reducido, nulo), bajo en calorías, cero calorías, Light, reducido en calorías, entre otras; componentes activos (presentes, reducidos, aumentados, ausentes); bajo sodio, entre otros.

Problemas de salud como la obesidad y la diabetes, entre otros padecimientos de tipo alimentario, han obligado a que diferentes sectores se preocupen por difundir la información necesaria para la prevención de enfermedades. En 1998, la Organización Mundial de la Salud (OMS), declaró la obesidad como problema de Salud Pública mundial y, desde entonces, ha luchado por la prevención de esta enfermedad. En 2004 publicó un texto titulado Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud, en la 57^a Asamblea Mundial de la Salud. Dicha estrategia impulsa a gobiernos, organizaciones académicas, organizaciones no gubernamentales y a la industria alimentaria, a sumar esfuerzos y actuar ante el cambio de conceptos que abarcan desde al hambre y desnutrición, hasta el sobrepeso y las enfermedades crónicas como diabetes, enfermedades cardiovasculares, cáncer, osteoporosis, entre otras. Luego de su divulgación, la Estrategia Global de la OMS fue el punto de partida para el desarrollo de nuevos alimentos, alineados con las metas nutricionales que sugiere este documento. La industria alimentaria tomó en cuenta todas estas consideraciones, logró hacer conciencia sobre la importancia del consumo calórico y se comenzaron a utilizar conceptos como “bajo en sodio”, por ejemplo.

Según datos de la consultora Beverage Marketing Corporation, México ocupa el segundo lugar en el mercado de agua embotellada con un consumo per cápita de 169 litros y un volumen de consumo de 22 mil 277 millones de litros. La primera posición la ocupa Estados Unidos, y por encima de países como China, Italia y Alemania.

Los datos evidencian el gran potencial del mercado de agua embotellada, gracias a los hábitos de consumo de los mexicanos. Dentro de este nicho, existen dos variantes de productos que ofrecen alternativas para los consumidores que buscan diferenciadores: el agua funcional y el agua gourmet. El agua funcional intenta satisfacer las necesidades de hidratación y además ofrece vitaminas, minerales, electrolitos, extractos naturales y otros aditivos añadidos al agua. Por otro lado tenemos el agua gourmet, que se distingue por ser equilibrada, pura, ligera y suave. Por lo general, es alta en contenido mineral y se extrae a partir de manantiales de agua de montaña o de aguas subterráneas (Gorinstein, 2012).

4.9. Aditivos alimentarios

Según la FDA (1998), “un aditivo es una sustancia añadida a un alimento. Legalmente, la palabra se refiere a cualquier sustancia cuyo uso puede razonablemente esperarse que directa o indirectamente al convertirse en un componente afecte las características de cualquier alimento. Esta definición incluye cualquier sustancia usada en la producción, tratamiento, empaquetado, transporte o almacenamiento de alimentos. Si una sustancia es añadida a un alimento con un propósito específico, es considerada un aditivo directo. Muchos son identificados en la etiqueta de ingredientes de los alimentos.

Los aditivos indirectos de alimentos son aquellos que se convierten en parte del alimento mismo aunque en cantidades insignificantes, lo cual puede suceder durante la manipulación, empaque o almacenamiento”.

De acuerdo a la NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. Aditivo, se define como cualquier sustancia permitida que, sin tener propiedades nutritivas, se incluya en la formulación de los productos y que actúe como estabilizante, conservador o modificador de sus características organolépticas, para favorecer ya sea su estabilidad, conservación, apariencia o aceptabilidad.

4.9.1 Edulcorantes

Ingredientes funcionales para alimentos bajos en calorías. Los mayores riesgos provenientes de la alimentación son una alimentación deficiente y una sobrealimentación; el exceso de grasa, el exceso de azúcar, el exceso de sal y, sobre todo, el exceso de “calorías”. Entre tanto, estos peligros son conocidos por muchos consumidores, por lo que desde hace algunos años se aprecia una tendencia fuertemente progresiva hacia una alimentación consciente en cuanto a “calorías”. Los alimentos de “calorías reducidas” y “pobres en calorías” hallan amplia difusión y van ganando mayor participación en el mercado. Una importante contribución en la elaboración de artículos dulces en estos grupos la aportan los edulcorantes, que permiten la fabricación de productos dulces, en los que “dulce” no significa, al mismo tiempo, “rico en calorías”.

Los diabéticos deben limitar el consumo de azúcar y de diversos hidratos de carbono similares al azúcar, o incluso evitarlos por completo. Pero la mayoría de diabéticos no quieren prescindir enteramente de alimentos dulces y no someterse a innecesarias limitaciones de su calidad de vida. Con ayuda de los edulcorantes, los diabéticos pueden disfrutar también de lo dulce, sin menoscabo de su bienestar. Los edulcorantes no contribuyen a la formación de caries; no pueden desintegrarse en la cavidad bucal formando los ácidos que participan en la aparición de la caries. De esta forma los edulcorantes ofrecen a los consumidores, aparte del aspecto del “ahorro de calorías”, toda una serie de ventajosas y favorables propiedades.

4.9.1.1 Aspartame

Descripción: El Aspartame es un edulcorante, con dos constituyentes aminoácidos, el ácido aspártico y la fenilalanina, ambos comúnmente encontrados en los alimentos.

Fórmula molecular: $C_{14}H_{18}N_2O_5$

Nombre genérico: Aspartame

Nombre químico: α-L-Aspartil-fenilalanina metil éter

Propiedades:

- Muestra un sabor muy parecido al azúcar.
- Es aproximadamente 200 veces más dulce que el azúcar.
- Ideal para fabricar alimentos sin azúcar y bajos en calorías.
- Presenta buena solubilidad en agua; además muy buena estabilidad en estado seco y en solución.

- Es el aditivo alimenticio que ha sido sometido a más pruebas de seguridad y toxicidad por parte de las organizaciones mundiales de salud que han comprobado que este ingrediente puede ser consumido “por todo tipo de personas, incluyendo mujeres embarazadas, mujeres lactantes y niños”.
- Tiene acción potenciadora en ciertos sabores frutales.
- El proceso de digestión, absorción y metabolismo del Aspartame es similar al de las proteínas.

Aplicaciones: Se usa como sustituto de azúcar en refrescos carbonatados, bebidas de frutas, goma de mascar, postres congelados, jugos de frutas, mermeladas, cereales, polvos para bebidas, yogurt, endulzantes de mesa, etcétera.

4.9.1.2 Acesulfame-K

Descripción:

- Intensamente dulce (200 veces más dulce que el azúcar)
- De buen sabor
- Sinérgico
- Estable
- Fácil y rápidamente hidrosoluble
- De sencilla elaboración
- Adecuado para toda clase de alimentos
- Completamente exento de calorías
- Perfectamente compatible con otros endulzantes
- Autorizado en numerosos países

Sinergismos: Acesulfame-K se caracteriza por marcados sinergismos con otros edulcorantes. La acción conjunta sinérgica da lugar, como sinergismo cuantitativo, a una potenciación del dulzor y, como sinergismo cualitativo, produce una mejora en la calidad del sabor.

Campos de aplicación: Bebidas, concentrados de bebidas, bebidas en polvo, productos lácteos, postres, productos de confitería, goma de mascar, helados, confituras y mermeladas, conservas de frutas, productos de pastelería, edulcorantes de mesa, comestibles finos, productos para la higiene bucal, medicamentos y productos cosméticos y farmacéuticos.

Propiedades:

- Acesulfame-K, la sal de 6-metil-1,2,3-oxatiazín-4(3H)-on-2, 2-dióxido potásico, es un polvo cristalino blanco, prácticamente inodoro.
- La fórmula empírica es $C_4H_4NO_4KS$.
- La masa molar asciende a 201.2.
- Acesulfame-K (E 950)
- N°. CASS 55589-62-3

Estabilidad: La estabilidad es una propiedad importante para la aplicación fácil y sin problemas de los edulcorantes. En el margen de pH 3-7 aproximadamente, habitual en los alimentos y bebidas endulzados con sustancias edulcorantes, Acesulfame-K presenta un dulzor completamente estable bajo condiciones habituales de almacenamiento, dentro de periodos de almacenamiento normales.

Inocuidad para la salud: Acesulfame-K ha sido ensayado minuciosamente en numerosos estudios, respecto a su inocuidad fisiológica.

No influye sobre las funciones normales del organismo humano y no se transforma en otras sustancias, sino que es segregado rápidamente de nuevo sin modificarse, estando por ello completamente exento de calorías.

Es apto para los diabéticos.

Una vez examinado los datos disponibles, Acesulfame-K ha sido autorizado por gremios internacionales para su empleo en productos alimenticios.

La ADI (Acceptable Daily Intake, dosis diaria aceptable) establecida en EUA por la Food and Drug Administration (FDA), de hasta mg/kg de peso corporal, corresponde para el adulto de 60 kg de peso al dulzor de unos 180 g de azúcar, es decir, casi el doble del consumo medio diario de azúcar. (Véase el Cuadro 11).

Cuadro11. Valor ADI y el correspondiente equivalente en azúcar para un adulto de 60 kg de peso.

ADI*	ADI	ADSE**	ADSE
0-15	0-900	0-3	0-180
mg/kg de PC***	mg/60 kg de PC	g/kg de PC	g/60 kg de PC

*ADI= dosis diaria aceptable (Acceptable Daily Intake).

**ADSE= equivalencia en azúcar de la dosis diaria aceptable (Acceptable Daily Sucrose Equivalent).

***PC= peso corporal.

4.9.1.3 Neotame

Aprobación de la FDA.

- El 9 de Julio del 2002, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, confirmó la funcionalidad y seguridad de neotame, al concederle su aprobación como endulzante general y acentuador de sabor en alimentos y bebidas.
- Los resultados de una extensa investigación científica confirman la seguridad del consumo de neotame por la población general, incluyendo niños, mujeres embarazadas y en periodos de lactancia, así como personas con diabetes.
- Esta investigación fue realizada tanto en animales como en humanos, utilizando cantidades de neotame que exceden por mucho los niveles esperados de consumo.
- Además, la FDA ha establecido que no se requiere ningún etiquetado especial para fenilcetonúricos.

En el organismo, el neotame se metaboliza a través de procesos normales.

- Neotame (N-[N-(3,3-dimetilbutil)-L- α -aspartil]-L-fenilalanina 1-metil ester) es un derivado del dipéptido compuesto por los aminoácidos ácido aspártico y fenilalanina.
- En humanos, el neotame es rápidamente procesado, siendo la principal vía metabólica la hidrólisis del ester metílico por las esterasas presentes en el cuerpo, lo que produce neotame desesterificado y metanol.
- Las peptidasas, que habitualmente rompen el enlace peptídico entre el ácido aspártico y la fenilalanina, son particularmente bloqueadas por la presencia del radical 3,3-dimetilbutil, evitando así la liberación de la fenilalanina.

→ El neotame se elimina completamente en la orina y en las heces y no se acumula en el cuerpo.

Satisfacción de la demanda de sabor excelente por el consumidor.

- Como endulzante, neotame puede reducir o reemplazar el azúcar y el contenido calórico de los productos, sin alterar su sabor.

4.9.2 Endulzar sin calorías

Antes de abordar el tema de la sinergia entre los edulcorantes y los acidulantes, es importante hacer una revisión al tema de lo dulce y sus consideraciones actuales en la industria de los alimentos.

La capacidad de disfrutar de la dulzura de un alimento es algo innato en los seres humanos, bien sea porque es natural (una fruta por ejemplo), o adicionada (un postre o una bebida). Desde tiempos remotos se ha utilizado el azúcar (sacarosa), como edulcorante universal, que se obtiene de la caña de azúcar o de la remolacha.

Sin embargo, hay condiciones asociadas al consumo de sacarosa que tienen incidencia en el actual comportamiento de los consumidores y en cierta forma se relaciona con la salud:

- Obesidad
- Caries
- Diabetes

Las tres situaciones se refieren, respectivamente, al aporte calórico del azúcar y su almacenamiento como grasas, el metabolismo bacteriano que sucede en la boca y la transforma en ácidos orgánicos que atacan el esmalte dental, y la imposibilidad metabólica para degradarla en sus monosacáridos constituyentes.

Afortunadamente, la sacarosa no es el único compuesto que proporciona una percepción dulce al gusto cuando hace parte de un alimento. Todo compuesto que produce esa sensación recibe el nombre de edulcorante, y de acuerdo con sus características, pertenece a una clasificación determinada.

Cuadro 12. Clasificación de los edulcorantes.

Grupo	Grupo	Edulcorante
	Carbohidratos	Glucosa
		Fructosa
		Sacarosa
		Lactosa
		Miel de abeja
		Azúcar invertido
		Jarabes de maíz
	Alcoholes polihidroxilados	Sorbitol
		Xilitol
Naturales	Proteínas	Miralina
		Monelina

		Taumatina
	Glucósidos	Filodulcina
		Esteviósidos
		Osladina
		Glicirricina
Sintéticos		
		Acesulfame K
		Aspartame
		L-azúcares
		Ciclamatos
		Dihidrochalconas
		Dulcina
		Sacarina
		Sucralosa
		Alitame
		Neotame

Fuente: Badui Dergal, S. 1999.

Por lo general, un carbohidrato aporta calorías en su metabolismo y, por lo tanto, se denomina como calórico, el sorbitol y el xilitol son de bajo aporte calórico, y los demás, especialmente los sintéticos, son no calóricos.

Este último grupo de edulcorantes es el que concentra gran parte del interés de los investigadores de la ciencia de los alimentos.

Por sus características, parecen ser los sustitutos perfectos de los carbohidratos:

- No aportan calorías
- No producen caries
- No se asocian a la diabetes

Una característica fundamental a la hora de considerar el uso de un edulcorante no calórico es su poder endulzante, que se mide con referencia a la sacarosa (como el ácido cítrico con los acidulantes) y expresa la cantidad de ella que habría que agregar para producir una sensación dulce similar.

Según el Cuadro 13, tomando como ejemplo al Aspartame, un gramo equivale a 200 gramos de sacarosa. Como puede verse, la relación es bastante grande y esto se aprovecha al momento de formular productos para disminuir las cantidades y facilitar el manejo de las materias primas. También el costo se ve relacionado, pues aunque estos edulcorantes son costosos, las cantidades empleadas son tan pequeñas que apenas superan el precio al edulcorante que está sustituyendo.

Cuadro13. Edulcorantes y su potencia relativa (sacarosa = 1).

Edulcorante	Potencia
Fructosa	1,2
Xilitol	1
Sucralosa	600
Ciclamato	30
Acesulfame K	150
Dulcina	250
Taumatina	3.500
Esteviósidos	300

Glicirricina	50
Aspartame	200
D-Triptófano	35
Ácido sucronónico	200.000
Neotame	8.000

Fuente: Van Der Heidjen, A. 1995.

El problema que se presenta en el campo de los edulcorantes no calóricos es la presencia de percepciones gustativas secundarias, conocidas como regusto y que puede ser metálico, amargo, mentolado o alicorado. Los desarrollos actuales se orientan a minimizarlo, empleando mezclas con otros edulcorantes o con aditivos que ayuden a enmascararlo.

Al nivel del metabolismo, se considera como delicado el caso del Aspartame, que es el éster metílico del dipéptido L-aspartil-L-fenilalanina. Por su carácter peptídico, se hidroliza liberando sus dos aminoácidos constituyentes, lo cual representa un riesgo para pacientes que sufren fenilketonuria, una enfermedad en la cual no se metaboliza el amonoácido fenilalanina, con consecuencias como daños neuronales, retraso mental y convulsiones, entre otros. Esto hace que sea obligatorio declarar la presencia del aspartame (y la fenilalanina) en los productos en que se emplea (Badui Dergal, S. 1999.).

Tres edulcorantes que están posicionados en la cúspide de su grupo son la sucralosa, los esteviósidos y el neotame. La causa es su aporte calórico nulo, regusto bajo o ausente y poca o ninguna participación en el metabolismo.

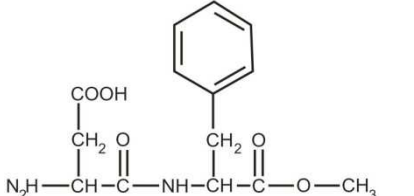
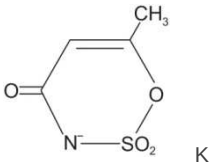
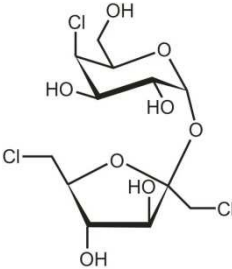
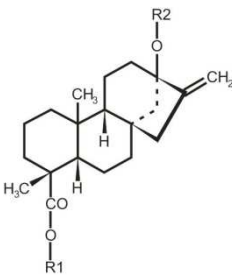
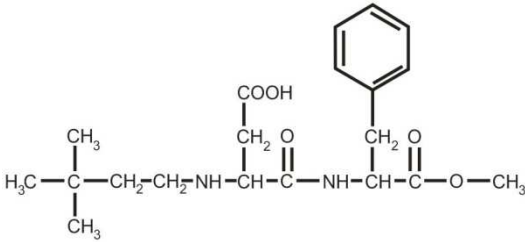
La sucralosa es un compuesto derivado de la sacarosa por sustitución selectiva (proceso patentado) de tres grupos hidroxilo por átomos de cloro (Jenner, M., et al. Diciembre 7, 1982.) La presencia de estos átomos incrementa la potencia edulcorante e impide que se metabolice, por lo cual no aporta calorías. Fue aprobada por la FDA en 1999 recomendando una dosis diaria aceptable de 5 mg/kg de peso corporal (La sucralosa, 2005). No tiene regusto metálico y equivale a 600 unidades de sacarosa.

La stevia es una planta originaria de Paraguay con una potencia edulcorante de 300 unidades de sacarosa. De sus hojas se extrae el principio endulzante que, por su carácter natural, parece ser el edulcorante perfecto, tanto que en 1995 se vendieron 2000 toneladas en Japón. Los esteviósidos no son metabolizados por el organismo y, aunque en su origen conservaban cierto regusto “verde” característico de las hojas, actualmente se han purificado, eliminándolo casi por completo. Aún no ha sido aprobado por la FDA para su uso en alimentos aunque si su distribución en tiendas naturistas. En países como Canadá, Japón, China, Rusia, Corea, Israel y en la mayoría de los de América del Sur, es común su producción y comercialización como ingrediente puro o en productos terminados (Strauss, 1995).

El neotame es un sucesor del Aspartame, tal como puede verse en el Cuadro 14. Sus estructuras químicas son similares pero la diferencia mejora notablemente sus propiedades, pues no presenta problemas metabólicos, ya que la fenilalanina no es liberada en el metabolismo y su poder edulcorante es de 8000 unidades de sacarosa. Fue aprobado en 2002 por la FDA y tiene numerosas aplicaciones, debido a sus propiedades adicionales como potenciador del sabor.

Por ejemplo, en refrescos en polvo, puede hacerse una disminución de ácido cítrico del 20% sin que se afecte la percepción ácida (Nutrasweet, 2005).

Cuadro 14. Estructura química de algunos edulcorantes

Edulcorante	Estructura
Aspartame	
Acesulfame-K	
Sucralosa	
Esteviósido	
Neotame	

Fuente: Nutrasweet, 2005

4.9.3 Ácido y dulce

Los edulcorantes no calóricos poseen un perfil sensorial que impacta fuertemente en el sentido del gusto del consumidor. Se ha encontrado que tales impactos pueden ser minimizados por un descenso en el pH y la presencia de otras percepciones de sabor más duraderas (Morgan, 2003.).

Al considerar algunas características de los edulcorantes antes mencionados y, sobre todo, del proceso de microencapsulación, se pueden encontrar caminos que permitan ofrecer a fabricantes y consumidores en calorías una nueva alternativa a bajo costo y mejor impacto sensorial.

La sucralosa es estable a bajas temperaturas, no sufre alteraciones cuando se trabaja en medio ácido, es altamente soluble en agua y no interactúa con otros ingredientes de manera desfavorable (Frank, 2005).

Los ácidos málico y láctico han brindado una percepción de dulzura y acidez más prolongada sin presencia de regustos metálicos o picos de acidez desagradables, cuando se emplean en productos que contienen Aspartame, sucralosa y neotame (O'Donel, 2003.).

El ácido málico cumple funciones relevantes en las bebidas cuando es incorporado:

- Potenciador del sabor
- Incremento de la sensación de sed y la salivación
- Modifica la dulzura del azúcar y otros edulcorantes
- Opera como amortiguador de pH
- Actúa como quelante (captura iones metálicos)
- Incrementa la efectividad de conservantes
- Actúa en sinergia con los antioxidantes (Barket Ingredients INC., 2005).

Además, las mezclas de ácido málico y cítrico en bebidas bajas en calorías, garantizan una mejor palatabilidad de las percepciones ácidas y dulces al crear un balance óptimo entre ambas. La razón fundamental es el enmascaramiento de los regustos de edulcorantes como la sacarina, ciclamatos y acesulfame-K, debido a la duración de su sensación ácida (Sortwell, 2005).

4.9.3.1 Ácido cítrico

Acidulante obtenido por fermentación profunda (*Aspergillus niger*). Biodegradable (vía ciclo de Krebs).

Se usa como acidulante, buffer, agente quelante. Es un polvo higroscópico, altamente soluble. Se fabrica en diferentes granulometrías: 111 granular fino, 121 granular, 131 polvo (Barket Ingredients INC., 2005).

Aplicaciones en bebidas: Da sabor ácido, modifica el exceso de azúcar, utilizado como conservador, da efecto Sinérgico con los antioxidantes, posee poder secuestrante, cataliza la inversión de la sacarosa y acentúa sabores (Sortwell, 2005).

Características generales:

Fórmula: $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$

Peso molecular: 192.13

Sabor: Agrio

Solubilidad: (g/100 ml a 25°C) Agua 162

→ Este aditivo alimenticio satisface todos los requerimientos del compendio de la Farmacopea de los Estados Unidos (U.S. Pharmacopeia, USP), el Código de Químicos para Alimentos (Food Chemical Codex, FCC), el Código de Reglamentos Federales (Code of Federal Regulations, CFR), la

Farmacopea Europea (European Pharmacopoeia), la Pharmacopea Británica (British Pharmacopoeia) y las especificaciones de los aditivos alimenticios de la Organización Mundial de la Salud y de la FAO (Barket Ingredients INC., 2005).

4.10. Las pruebas sensoriales en el desarrollo de productos

Uno de los aspectos más importantes para el éxito en el desarrollo de una formulación de un producto funcional, es conocer los gustos y las necesidades nutricionales de la población a la que van destinados (Cortés et al., 2005). Para ello se utiliza como herramienta a la evaluación sensorial, la cual involucra el desarrollo y uso de principios y métodos para medir respuestas humanas a productos e ingredientes (Hernández, 2007).

Existen dos enfoques en las pruebas con consumidores: la medición de preferencia y la medición de aceptación. En la medición de preferencia el consumidor panelista tiene una selección. Un producto debe seleccionarse sobre otro u otros productos. Las mediciones de preferencia pueden realizarse directamente o indirectamente. En la medición de aceptación o gusto, los panelistas consumidores califican su gusto por el producto en una escala. Las mediciones de aceptación pueden hacerse en un solo producto y no requieren una comparación con otro. Frecuentemente, el procedimiento más eficiente es determinar las calificaciones de aceptación de los consumidores en una prueba de varios productos a la vez y luego determinar sus preferencias indirectamente de las calificaciones (Hernández, 2007).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del lugar de muestreo

El pozo Tlapeaxco (coordenadas 19°29'06.79" latitud Norte, 98°53'08.68" longitud Oeste y altitud de 2259 msnm.) y la Planta de Agua Purificada Chapingo (coordenadas 19°29'04.52" latitud Norte, 98°53'07.96" longitud Oeste y altitud de 2259 msnm.) objeto de la experimentación se encuentra en la Calle Huautla S/N, Col. Cooperativo, Chapingo, México. (Figura 3 y 4).



Figura 3. Vista satelital del Pozo Tlapeaxco y la planta de agua Purificada Chapingo. Google Earth 2012®.



Figura 4. Planta de Agua Purificada Chapingo (objeto de la experimentación).

5.1 Muestreo

El estudio se llevo a cabo en tres etapas durante las cuales se diseñaron ocho trenes de tratamiento para purificar agua (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 Y T8) donde se utilizó la Planta de Agua Purificada Chapingo de la Universidad Autónoma Chapingo para realizar muestreos de cada tren de tratamiento. Con el fin de caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente cada tren de agua tratada. Se seleccionaron dos tratamientos (T1 y T7), por ser los de menor y mayor contenido de minerales, y al final se elaboraron formulaciones de bebidas de agua saborizada (fresa, uva, frambuesa y té verde) con la utilización de dos mezclas de edulcorantes de alta intensidad no calórico llamados Nutrablend (Aspartame y Acesulfame K) y Neoblend (Aspartame, Acesulfame K y Neotame) de la línea

MultiSweet plus, como marcas registradas de la compañía Innoval Döhler Natural Food & Beverage Ingredients y de un acidulante en este caso el ácido cítrico que proporciona la percepción ácida y tiene propiedades que le permiten actuar como conservadores y antioxidantes, entre otros; estas fueron probadas para cada tren de agua purificada (T1 y T7) y para cada sabor (fresa, uva, frambuesa y té verde); para determinar el mejor tratamiento de cada sabor se realizó una prueba de preferencia y posteriormente se realizó la prueba de aceptación de la formulación.

Se calculó el tamaño de la muestra por tratamiento considerando que el material fuese suficiente para realizar tres repeticiones de cada muestra, de forma tal que por periodo se tomaran cinco muestras de agua de cada tratamiento para las pruebas microbiológicas y cinco más para aquellas pruebas fisicoquímicas cuyo carácter era destructivo. Las muestras fueron colectadas en frascos estériles y trasladadas a laboratorios de investigación del Departamento de Ingeniería Agroindustrial y de Riego y Drenaje del Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, y analizadas en un periodo de 48h después. Además se calculó la cantidad de agua a utilizar para las pruebas sensoriales con consumidores afectivos cuantitativas (pruebas de preferencia y aceptación. El trabajo experimental se llevó a cabo durante el verano, otoño e invierno del 2011 y primavera del 2012.

El proceso de purificación de agua inicia con la llegada del agua del pozo Tlapeaxco ubicado en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo a la Planta de Agua Purificada Chapingo donde es almacenada en tanques de 15 m³ de capacidad con el propósito de ser clorada con hipoclorito de

sodio al 5.1%, se agrega una gota/L para desinfectar debido a su fuerte capacidad de oxidación destruye o inhibe el crecimiento de bacterias y algas; posteriormente el agua pasa por el tanque de filtración gruesa donde el agua pasa a través de un medio poroso con el objetivo de retener los sólidos suspendidos y permitir que el agua libre de sólidos siga su camino hacia el siguiente proceso que es el carbón activado que se emplea para eliminar parte de la materia orgánica disuelta y para remover olor y sabor; en seguida esta agua se hace pasara a través del intercambiador iónico (suavizador) el cual disminuye las sales disueltas antes de pasar al equipo de ósmosis inversa; después continua al proceso de filtración fina que es una filtración a nivel molecular que retiene partículas entre el rango de 0.001 y 0.02 micrómetros (μm), en seguida el agua se hace pasar a través de la membrana de ósmosis inversa cuya finalidad de este proceso es eliminar el exceso de concentración de sal disuelta; posteriormente pasa a desinfección por medio de luz ultravioleta (UV) que posee una región germicida entre las longitudes de onda de 200 a 300 nm. donde los microorganismos son inactivados por luz UV como resultado del daño fotoquímico a sus ácidos nucleicos impidiendo a estos se duplique su DNA y RNA así como su reproducción, y finalmente el agua es enviada a otra desinfección esta vez por ozono para asegurar la destrucción de virus y quistes, hongos, algas y protozoos; ya que los virus entéricos son especialmente sensibles a la acción del ozono, por supuesto para encontrar virus o enterovirus en un agua, está deberá tener fuertes infiltraciones de agua residual, el ozono no sólo mata las bacterias patógenas, sino que, además inactiva los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección ordinaria con cloro. Las peculiaridades gráficas bajo las cuales se produce agua purificada se detallan en el Anexo 1.

5.2 Análisis microbiológico

5.2.1 Agua potable y agua purificada

Para evaluar la calidad e inocuidad del agua purificada, se realizaron pruebas microbiológicas. Se determinaron coliformes totales y coliformes fecales mediante la técnica del Número Más Probable (NMP). Se prepararon tres series de cinco tubos estériles con medio de cultivo Caldo Lauril Sulfato con MUG (4 metilumbeliferil- β -D-glucurónido) doble respectivamente, se inocularon con la muestra de agua (agitada previamente) transfiriendo volúmenes de 10 mL de muestra, a cada uno de los 5 tubos con 10 mL de medio de cultivo Caldo Lauril Sulfato con MUG doble de mayor concentración y 1,0 mL y 0,1 mL de muestra a cada uno de los tubos de las series de 5 respectivamente con 10 mL de Caldo Lauril Sulfato con MUG doble (Figura 5) y se homogenizó mediante agitación. Se incubaron a 35 °C durante 24 horas para presencia de coliformes totales donde se pudo observar o no la formación de gas (desplazamiento del medio en la campana de Durham), si no se observa producción de gas hasta 48 horas (24 horas más) para presencia de coliformes fecales, donde se irradiaron los tubos en cámara de luz ultravioleta (UV) de onda larga (365 nm) presencia o no de luz fluorescente. Posteriormente los tubos que presentaron formación de gas y fluorescencia se procedió a realizar la identificación bioquímica de *Escherichia coli* mediante prueba de Indol, adicionando entre 0.2 y 0.3 mL de reactivo de Kovacs. La presencia de una coloración roja en la superficie del tubo se consideró como prueba positiva para la presencia de indol. Se utilizaron estos resultados para calcular la densidad microbiana con base en el número más probable y estimar la población de bacterias coliformes totales, bacterias coliformes fecales y *Escherichia coli* en muestras de agua.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del Número Más Probable y NMX-AA-42-1987, Calidad del agua. Determinación del Número Más Probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* presuntiva. Las pruebas se determinaron en laboratorio de investigación del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo.

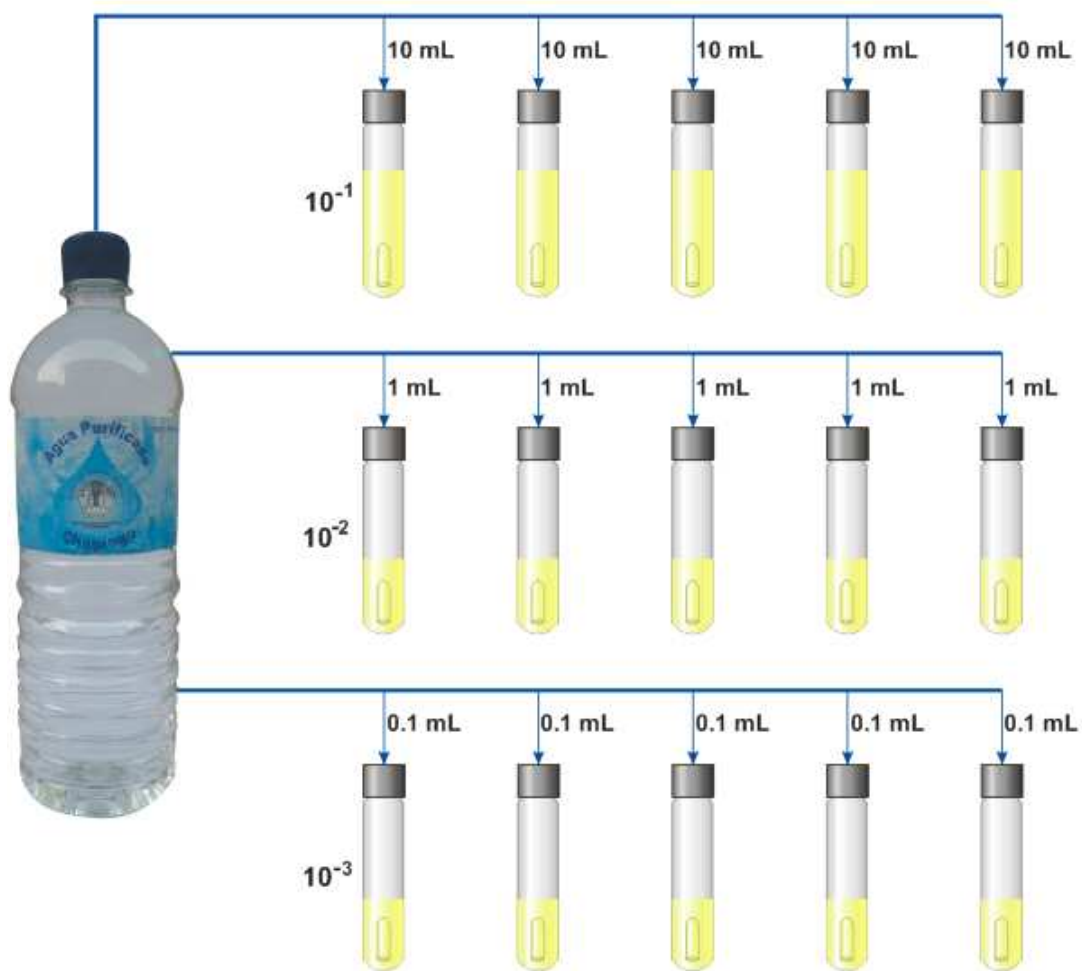


Figura 5. Siembra directa en tubos múltiples.

5.3 Análisis fisicoquímico

Se midió por triplicado cada una de las muestras para el pH con un potenciómetro 540 pHmeter (Corning Pinnacle, serie 223648) calibrado con buffers de pH 7 y 4 (Hanna Instruments, México) de acuerdo a NMX-AA-008-SCFI-2011 y la conductividad electrolítica con un puente de conductividad 541 conductivity meter (Corning Pinnacle, serie 226048) calibrado con solución de conductividad de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Hanna Instruments, HI 70031P) de acuerdo a NMX-AA-093-SCFI-2000, la dureza total se analizó de acuerdo a NMX-AA-072-SCFI-2001, la alcalinidad en base a a NMX-AA-036-SCFI-2001, la determinación de cloruros totales de acuerdo a NMX-AA-073-SCFI-2001, la determinación de sulfatos se hizo por turbidimetría (Método ASTM D 516-90, 2011) y la determinación de los contenidos de sodio y potasio por flamometría (Flamómetro Corning 410). Las pruebas se realizaron en laboratorio de Riego y Drenaje del Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo.

5.4 Análisis sensorial

a) Elaboración de las formulaciones

Una vez definido el tratamiento de agua purificada con mayor contenido de minerales (T7) y con menor contenido de minerales (T1), se desarrollaron cuatro formulaciones para cada sabor (fresa, uva, frambuesa y té verde) mediante la adición de 2 mezclas diferentes de edulcorantes: Nutrablend (Aspartame y Acesulfame k) y Neoblend (Aspartame, Acesulfame K y Neotame) y la adición de ácido cítrico como acidulante para la bebida (ver Figuras 6, 7, 8 y 9 donde se representan las combinaciones de las formulaciones).

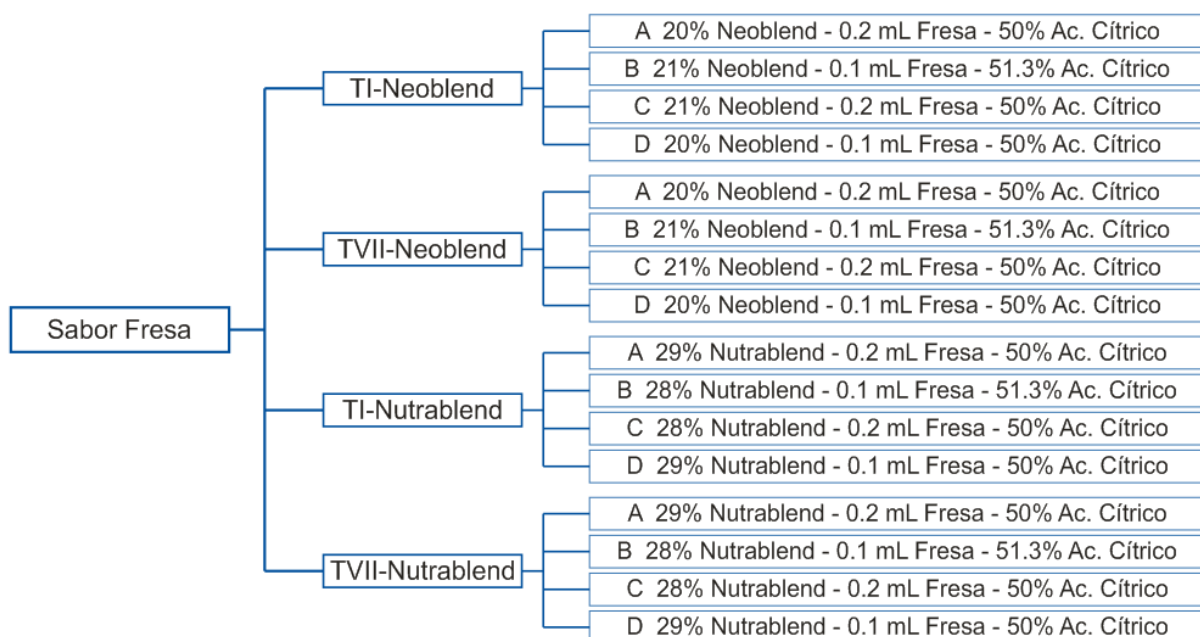


Figura 6. Formulaciones bebidas sabor fresa

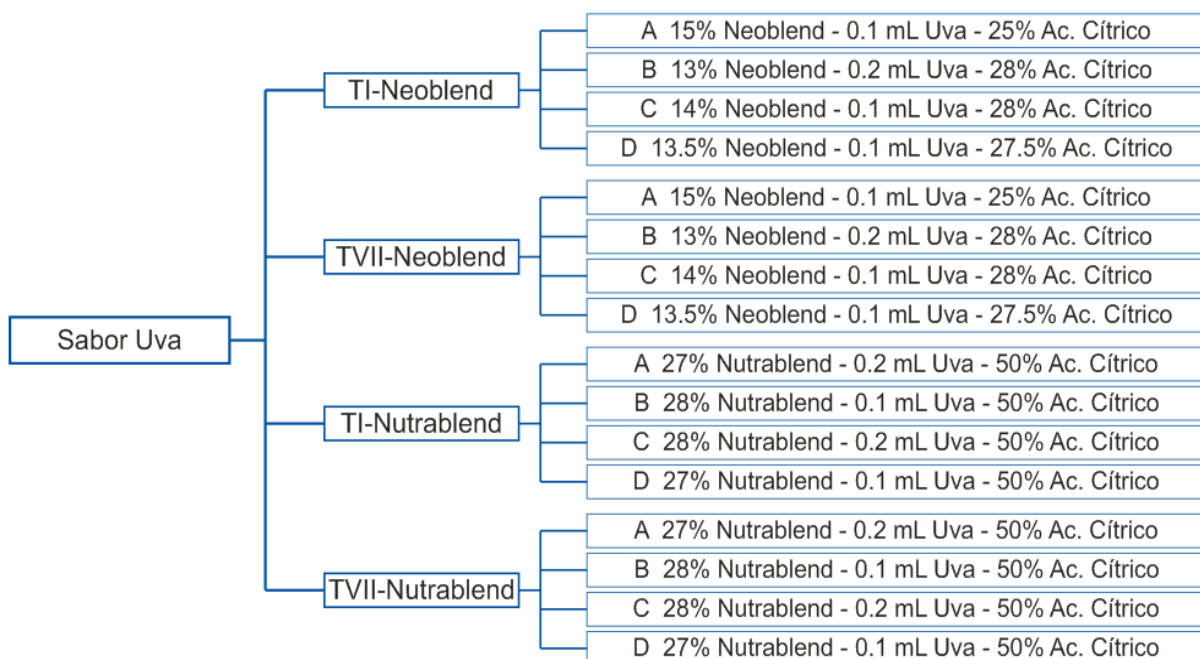


Figura 7. Formulaciones bebidas sabor uva

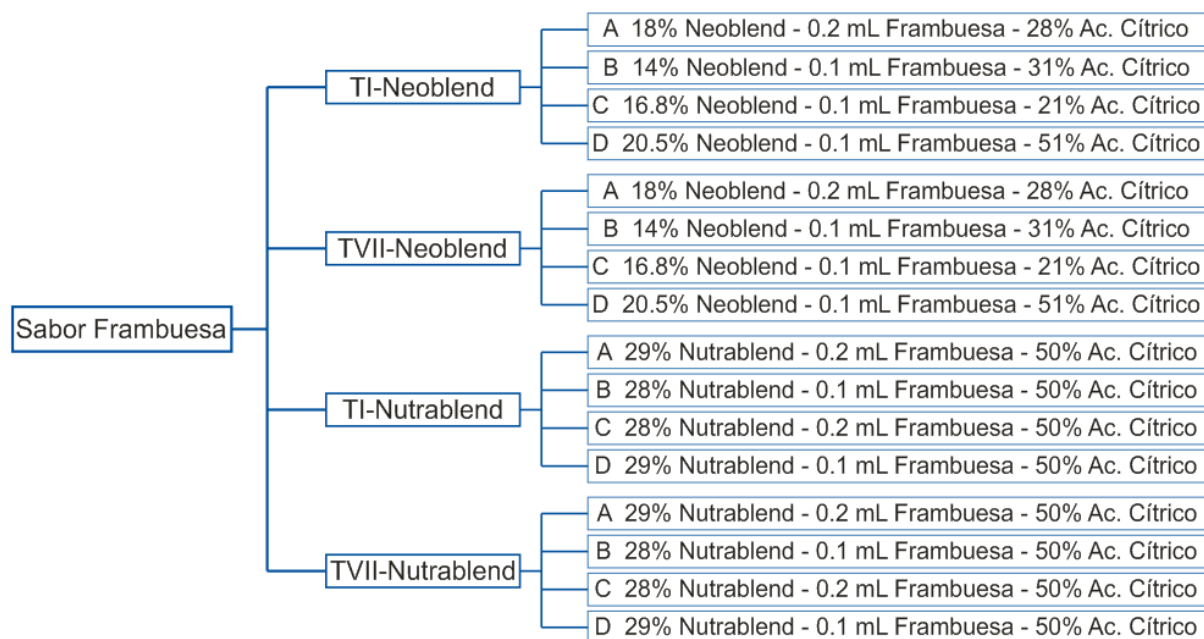


Figura 8. Formulaciones bebidas sabor frambuesa

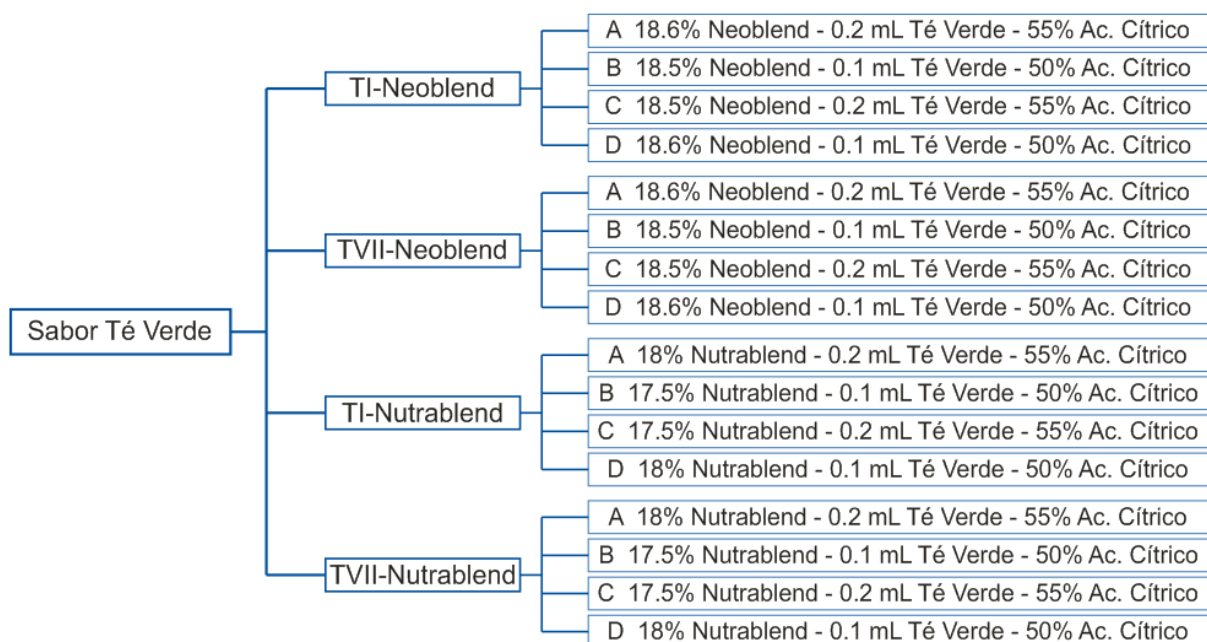


Figura 9. Formulaciones bebidas sabor té verde

b) Sitio de preparación y aplicación de la muestra (condiciones para las pruebas)

El desarrollo de las pruebas se llevo a cabo, en un espacio acondicionado que cumplió con unas condiciones que favorecieron los resultados eficientes, donde se dispuso de una infraestructura adecuada e instrumental (Figura 10).



Figura 10. Laboratorio acondicionado para pruebas sensoriales

El área para la realización de las pruebas cumplió con algunas especificaciones:

Estuvo retirada de áreas de ruidos (lugar tranquilo).

Tuvo una temperatura ambiente, entre 18-22 °C.

Tuvo iluminación blanca y natural, la cual fue uniforme.

Tuvo una buena ventilación libre de olores extraños.

Los colores de las paredes claros (tapizados de papel bond blanco) para que no interfieran con el producto y que no cansara al panelista (Figura 10).

La sala estuvo dividida en dos secciones:

- i. Cabinas de pruebas (individuales): amplias, conformadas por una mesa, un banco, un vaso para expectorar.
- ii. Área para preparar las muestras: Aunque las muestras fueron preparadas en el laboratorio de investigación del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, la sala conto con refrigerador para presentar las muestras a 5°C.

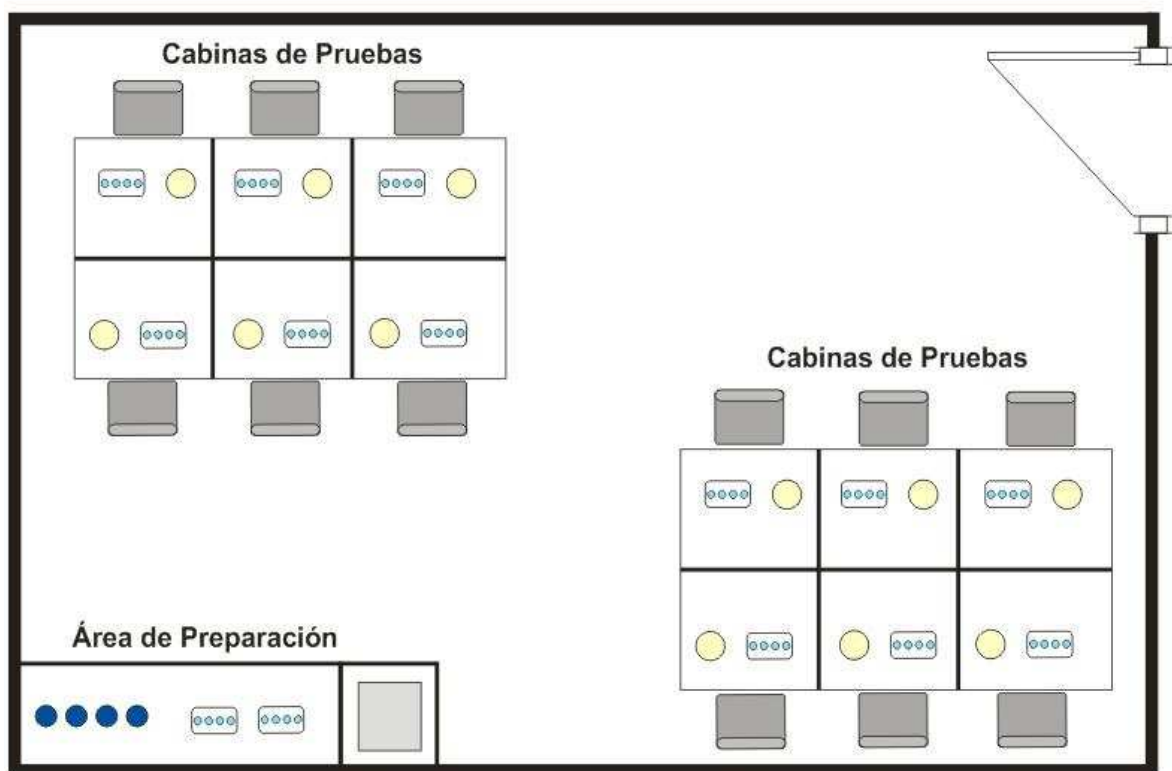


Figura 11. Plano del laboratorio de evaluación sensorial

En el momento de la prueba cada catador tuvo: las muestras codificadas a evaluar, el formulario de prueba, un vaso con agua, vaso para escupir, servilletas, galletas habaneras clásicas y demás elementos necesarios para el panel, esto con el fin de no interrumpir la concentración de los panelistas (Figura 11).

c) Pruebas sensoriales

Para cumplir con los objetivos del trabajo el análisis sensorial de las bebidas (de agua purificada T1 y T7) saborizadas (fresa, uva, frambuesa y té verde), se realizó con el apoyo de pruebas afectivas cuantitativas, quedando en prueba de preferencia por ordenamiento usando el índice R y prueba de aceptación (preferencia) usando escalas hedónicas. Se convocó a la comunidad universitaria de chapingo a participar en la evaluación sensorial de agua purificada saborizada.

5.4.1 Prueba de preferencia por ordenamiento usando el Índice R

Consistió en que cada consumidor o juez ordenó las muestras codificadas dadas por preferencia, dándoles el valor 1 al más preferido y el 4 al menos preferido (Anexo 4), es un método de selección forzada, es decir, no se permite darle el mismo valor a dos o más muestras, tiene que decidir un valor para cada uno. Posteriormente se realizó una matriz de respuesta, anotándose el número de veces que se repitió cada ordenamiento para cada una de la bebidas de agua saborizada analizadas. La matriz se empleó para calcular el Índice R por cada par formado. Los valores obtenidos por cada par se compararon con el Índice R significativo con un α (dos colas) de 0.05 y el número de 80 juicios empleados para la prueba (Anexo 3).

5.4.2 Pruebas con consumidores

La prueba con consumidores fue realizada días después de la elaboración de la formulación del agua saborizada. Los ochenta consumidores incluían estudiantes y trabajadores de la Universidad Autónoma Chapingo y personas ajenas a la misma, cuyas edades fluctuaron de 15 a 70 años. Las muestras de agua

saborizada fueron presentadas en dosis de 15 mL en vasos de plástico (del número cero) a temperatura de 5°C, codificados con números aleatorios de tres dígitos en orden contra balanceado. Las muestras fueron mostradas monódicamente y evaluadas para aceptabilidad global, usando una escala hedónica de siete puntos, donde 1= me disgusta muchísimo y 7= me gusta muchísimo (Anexo 5).

5.5 Análisis estadístico

Se efectuó un análisis de varianza de un diseño experimental de bloques completos al azar para las variables fisicoquímicas y microbiológicas. Se compararon medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Para la prueba de preferencia por ordenamiento usando el Índice R la información fue analizada con el estadístico no-paramétrico de Friedman (Meilgaard et al., 1991) y por medio del Índice R (O' Mahony, 1992) y para pruebas con consumidores se empleó el análisis de varianza de diseño de bloques completamente al azar, con ayuda del programa estadístico SAS 6.0 (SAS, 2000) para su análisis.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Propiedades microbiológicas del agua potable y del agua purificada

Bacterias presentes en agua

Debido a que el agua cualquiera que sea su origen, contiene de forma natural una flora bacteriana variada y abundante. Para determinar la calidad sanitaria del agua, desde el punto de vista bacteriológico, se realiza el análisis de grupos indicadores. Estos grupos son agentes bacterianos que comparten características metabólicas, fisiológicas, genéticas y de crecimiento. Los grupos principales son: coliformes totales y coliformes fecales. Además, de la investigación de patógenos específicos, todos estos microorganismos no son capaces de multiplicarse en aguas limpias y su presencia en aguas de pozo sugiere una posible contaminación por filtraciones hacia el subsuelo (Fernández, 1981).

En el Cuadro 15, se indican los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos efectuados en muestras del pozo Tlapeaxco y en ocho trenes de tratamiento (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8) de agua purificada.

Puede observarse que los niveles de coliformes totales fueron altos en los muestreos para AP que refiere al pozo Tlapeaxco, estando ausentes las bacterias coliformes fecales en dicha muestra en el mes de mayo (ver Anexo 2).

Cuadro 15. Valores del NMP/100 mL de los tratamientos de agua purificada

Tratamiento	Variables	
	Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes Fecales NMP/100 mL
AP	2.2	No detectable
T1 Cl+ Fg + Ca+ Ff + li+ Oi + UV + Oz	No detectable	No detectable
T2 Cl + Fg + Ca+ li+ Oi + UV + Oz	No detectable	No detectable
T3 Cl + Ca + li + UV + Oz	No detectable	No detectable
T4 Cl + Ff + Ca + li + UV + Oz	No detectable	No detectable
T5 Fg + Ca + li + Oi + UV + Oz	No detectable	No detectable
T6 Cl + Ff + Ca + Oi + UV + Oz	No detectable	No detectable
T7 Ff + UV +Oz	No detectable	No detectable
T8 Cl + Ca + UV + Oz	No detectable	No detectable

Cabe señalar que, en los diez muestreos (Anexo 2) no se detectó contaminación de bacterias coliformes totales y fecales en los trenes de tratamiento de agua purificada (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8), esto debido a que los ocho tratamientos de purificación se caracterizan por poseer dos procesos de desinfección, los cuales son luz ultravioleta y ozono. La radiación UV constituye una de las franjas del espectro electromagnético y posee mayor energía que la luz visible, la irradiación de los posibles gérmenes presentes en el agua con rayos UV provoca una serie de daños en su molécula de ADN que impiden la división celular y causan su muerte. La irradiación UV más germicida es aquella de longitud de onda de 254 nm, por lo que el ADN expuesto a esta energía presenta un máximo de absorción, es decir, de inactivación, destruyendo más del 99.9% de bacterias, virus y gérmenes patógenos que se encuentran en el agua; por otro lado, el ozono es un desinfectante químico con una elevada capacidad oxidativa

que sobrepasa a la del cloro libre o combinado, matando a las bacterias e inactivando a los virus, quistes, hongos, algas y protozoos, algunos de los cuales no son sensibles a la desinfección con cloro, esto en unos cuantos segundos por un proceso llamado destrucción de celda debido a la ruptura molecular de la membrana provocada por el ozono ya que de esta forma dispersa el citoplasma celular en el agua y lo destruye, por lo que la reactivación es imposible, el tiempo de reacción necesario para el proceso de purificación oscila entre 10 y 20 minutos (Bablon, G., et al. 1991.).

Cuadro 16. Concentraciones de ozono (mg/L) para inactivar 99% de diferentes microorganismos con un tiempo de contacto de 10 minutos y a 5°C de temperatura.

Microorganismo	Concentración (mg/L)
Bacterias entéricas	0.01
Virus	0.10
Esporas bacterianas	0.20

Fuente: Kinman, 1975 y Katzenelson, et al., 1974.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993, define al agua potable, como aquella cuyo uso y consumo no causa efectos nocivos al ser humano.

El caso de AP específicamente (agua cruda) Pozo Tlapeaxco le corresponde el análisis conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y

tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", determina que la calidad del agua potable de Tlapeaxco marca no detectable (0) Coliformes Fecales y 2 NMP/100mL Coliformes Totales como valores máximos permisibles para poder utilizar de manera segura el agua en el uso de la población, no cumpliendo así en absoluto con esta especificación encontrando valores fuera de rango de 2.2 NMP por cada 100 ml de agua para Coliformes Totales y no detectable para bacterias Coliformes Fecales. El contenido de organismos resultante del AP, no se ajusta a lo establecido en el Cuadro 17 por lo que esta agua requiere tratamientos para su potabilización, se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes: desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta, cuando los contaminantes biológicos excedan los límites permisibles establecidos (NOM-127-SSA1-1994).

Cuadro 17. Límites permisibles de características bacteriológicas del agua potable en el AP.

Característica	Límite permisible NOM-127-SSA1-1994	Resultado
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 mL*	2.2 NMP/100 mL*
Organismos coliformes fecales	No detectable	No detectable
	NMP/100 mL*	NMP/100 mL*

*Técnica de Número Más Probable

Fuente: NOM-127-SSA1-1994.

Para los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 trenes de agua purificada, no hubo presencia de microorganismos coliformes totales ni fecales (o detectable NMP/100 mL) en las muestras evaluadas lo que refleja el efecto del uso de tratamientos avanzados para purificar el agua, procesos físicos (filtración), de

membrana (ultrafiltración y ósmosis inversa), desinfección por medio de luz ultravioleta, tratamientos químicos (carbón activado e intercambio iónico) y métodos de desinfección (cloración y uso de ozono), además del buen funcionamiento de los equipos de purificación y de las buenas prácticas de higiene (Cuadro 18).

De acuerdo a la FAO/WHO (2001), el Código de prácticas de higiene para las aguas embotelladas/envasadas (distintas de las aguas minerales naturales), define al agua envasada-embotellada, como el agua utilizada para llenar recipientes herméticamente cerrados, de materiales, formas y capacidades diversas, que es inocua y apta para el consumo. Y la NOM-201-SSA1-2002, define al agua para consumo humano a granel, a la que no contiene materia extraña, ni contaminantes, ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud, que es suministrada en presencia del consumidor; por otro lado, define al Agua para consumo humano preenvasada, a la de cualquier origen, que no contiene materia extraña, ni contaminantes, ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud, para su comercialización se presenta al consumidor en envases cerrados, incluyéndose entre otras: al agua de manantial, agua mineral, agua mineralizada. (NOM-093-SSA1-1994. Apéndice informativo B; NOM-201-SSA1-2002).

Y por lo tanto, se entiende por agua purificada envasada, aquella sometida a un tratamiento físico o químico que se encuentra libre de agentes infecciosos, cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud y para su comercialización se presenta en botellones u otros envases con cierre hermético y que además cumple con las especificaciones que se establecen en esta norma (NOM-041-SSA1-1993).

Particularmente T1 es el agua purificada embotellada que actualmente se comercializa en la Planta Purificadora Chapingo, la cual cumple con las especificaciones (Cuadro 18) de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993 Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias; y a la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel.

Cuadro 18. Límites máximos permisibles de características microbiológicas para el agua purificada (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 Y T8) y envasada (T1)

Característica	Límite máximo permisible NOM-041-SSA1-1993	Límite máximo permisible NOM-201-SSA1-2002	Resultados T1,T2, T3, T4, T5, T6,T7 y T8
Organismos coliformes totales	No detectable NMP/100 mL*	< 1,1NMP/100mL	No detectable NMP/100 mL*

*Técnica de Número Más Probable

Fuente: NOM-041-SSA1-1993 y NOM-201-SSA1-2002.

Para clasificar la calidad del agua bebible en base a la densidad de coliformes (CF) fecales detectados, se ocupó el criterio propuesto por la Organización Panamericana para la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), que catalogan la calidad del agua como: a) Bueno: si no se detectan CF; b) Regular: si el contenido varía entre 0.3 – 1.0 CF; c) Malo: > 1 hasta 10 CF; d) Muy malo: > 10 CF. Este evento se confirmó que catalogan a los trenes de tratamiento de agua bebible “purificada” (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8) como buena por haber presentado en el 100% (10/10) de muestras analizadas en las que no fueron detectados los CF. (Apéndice informativo NOM-145-SSA1-1994).

6.2. Propiedades fisicoquímicas del agua potable y del agua purificada

En el cuadro 19, se muestra un resumen de los resultados proporcionados por los parámetros básicos (conductividad eléctrica, pH, aniones y cationes) contemplados en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y NOM-041-SSA1-1993. Es importante señalar que se ha tomando como resultado válido el promedio de resultados para cada parámetro.

Cuadro 19. Valores medios de cationes, aniones, pH y Conductividad Eléctrica de los trenes de tratamiento estudiados.

Tratamiento	CE	pH	(mg/L)							
	(mmhos/cm)		Na	K	Mg	Ca	CO ₃	HCO ₃	SO ₄ ⁻	Cl ⁻
AP	0.219	7.1	0.98	0.06	1.00	0.26	0.00	2.01	0.04	0.20
T1 Cl+ Fg + Ca+ Ff + li+ Oi + UV + Oz	0.0072	7.9	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.01	0.20
T2 Cl + Fg + Ca+ li+ Oi + UV + Oz	0.00695	8.1	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.20
T3 Cl + Ca + li + UV + Oz	0.191	7.1	0.97	0.06	0.15	0.29	0.00	1.70	0.04	0.33
T4 Cl + Ff + Ca + li + UV + Oz	0.1925	7.2	1.00	0.06	0.13	0.27	0.00	1.90	0.04	0.27
T5 Fg + Ca + li + Oi + UV + Oz	0.00684	7.3	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.20
T6 Cl + Ff + Ca + Oi + UV + Oz	0.00788	7.4	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.20
T7 Ff + UV +Oz	0.1909	7.2	0.96	0.06	0.18	0.39	0.00	1.80	0.04	0.27
T8 Cl + Ca + UV + Oz	0.1925	7.2	0.99	0.06	0.13	0.28	0.00	1.50	0.04	0.33

AP= Agua de Pozo, Cl= Cloración, Fg= Filtración gruesa, Ca= Carbón activado, Ff= Filtración, li= Intercambio iónico, Oi= Ósmosis inversa, UV= Radiación UV, Oz= Ozonización

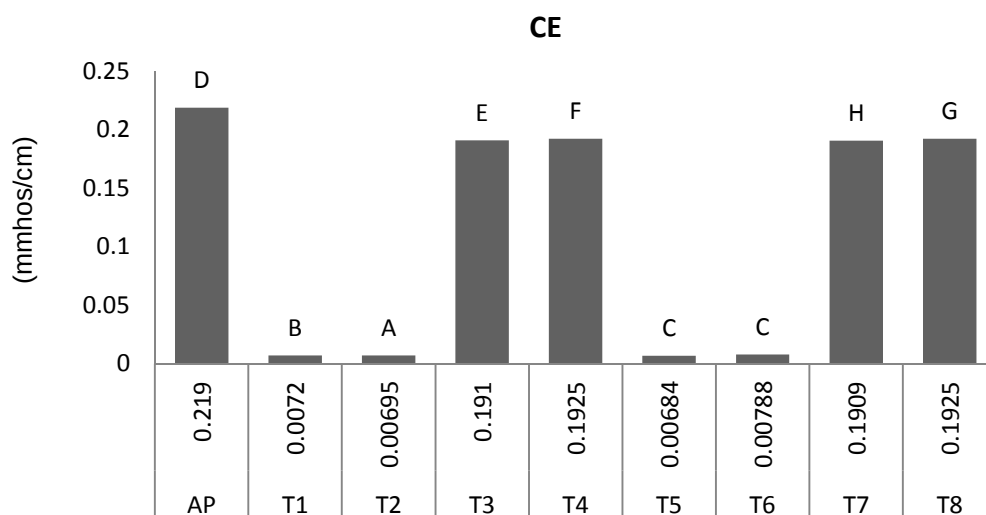
La conductividad (Cuadro 20) está íntimamente relacionada con la suma de los cationes o aniones determinados químicamente; aproximadamente el producto de la conductividad en mmho/cm por 10 es igual a la suma de los cationes en miliequivalentes por litro; en otras palabras, la conductividad en micromhos/cm dividida por 100 es igual al total de miliequivalentes por litro de los cationes o aniones (Arboleda, 2000b).

Cuadro 20. Sumatoria de aniones y cationes.

TRATAMIENTO	CE (mmhos/cm)	Σ cationes (mg/L)	Σ aniones
AP	0.219	2.30	2.25
T1	0.0072	0.07	0.3325
T2	0.00695	0.072	0.2925
T3	0.191	1.47	2.07
T4	0.1925	1.46	2.20
T5	0.00684	0.06	0.29
T6	0.00788	0.07	0.29
T7	0.1909	1.59	2.10
T8	0.1925	1.46	1.87

Nota: Conductividad Eléctrica, lectura a 25°C.

La conductividad del agua depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Existe una relación entre el contenido en sales disueltas de un agua y su conductividad. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad (Figura 12).

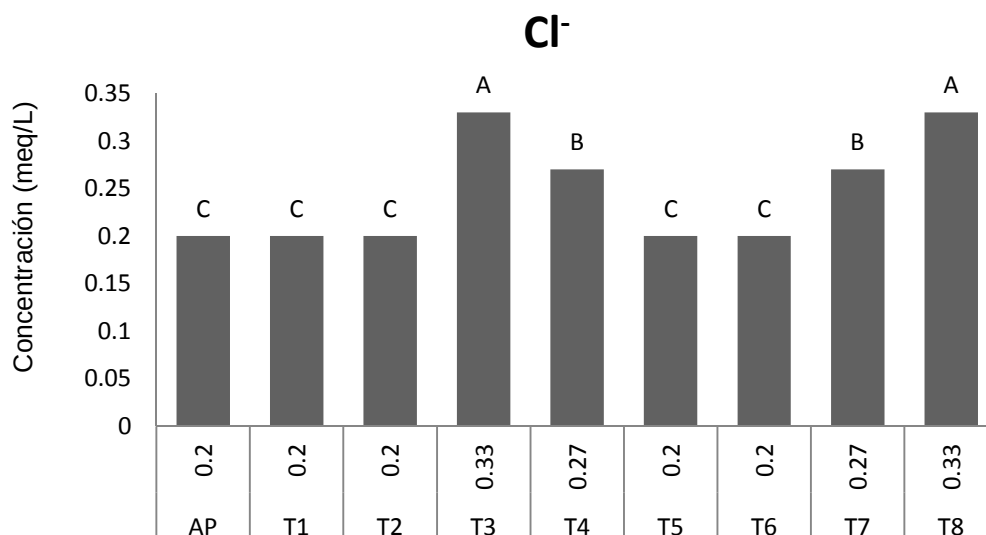


Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
 T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 12. Conductividad Eléctrica

La desinfección es un proceso necesario en el tratamiento del agua destinada para el suministro público, ya que por ejemplo en los sistemas de distribución puede haber crecimientos bacterianos en las grasas que se aplican en los anillos flexibles usados para sellar las uniones de las tuberías (Resendiz, 2004).

En la Figura 13, claramente se observa que la concentración de cloruros en el agua se encuentra muy por debajo de lo que marca la norma que es de 250 mg/L, no existiendo mayor problema con este parámetro.

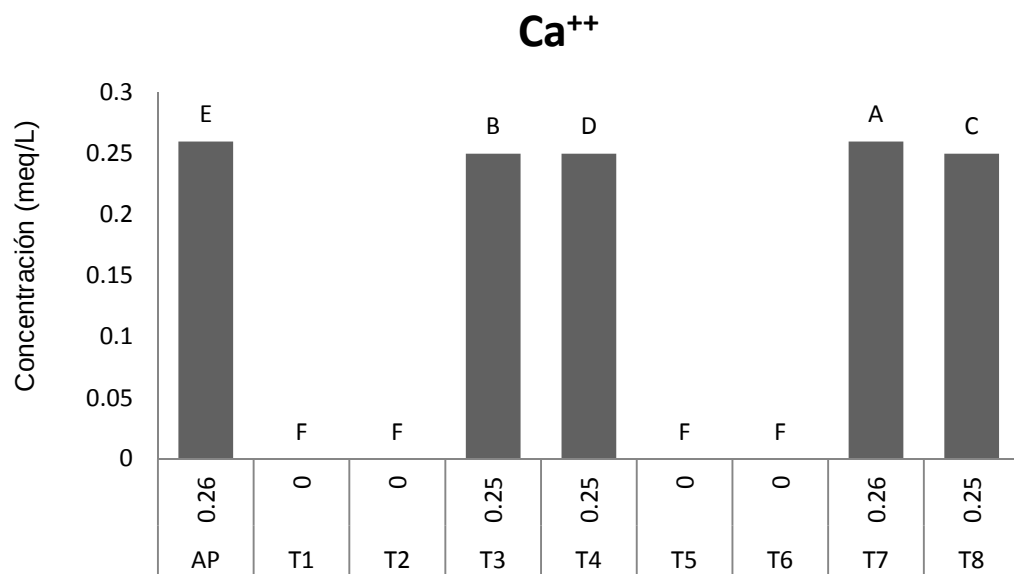


Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
 T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 13. Cloruros

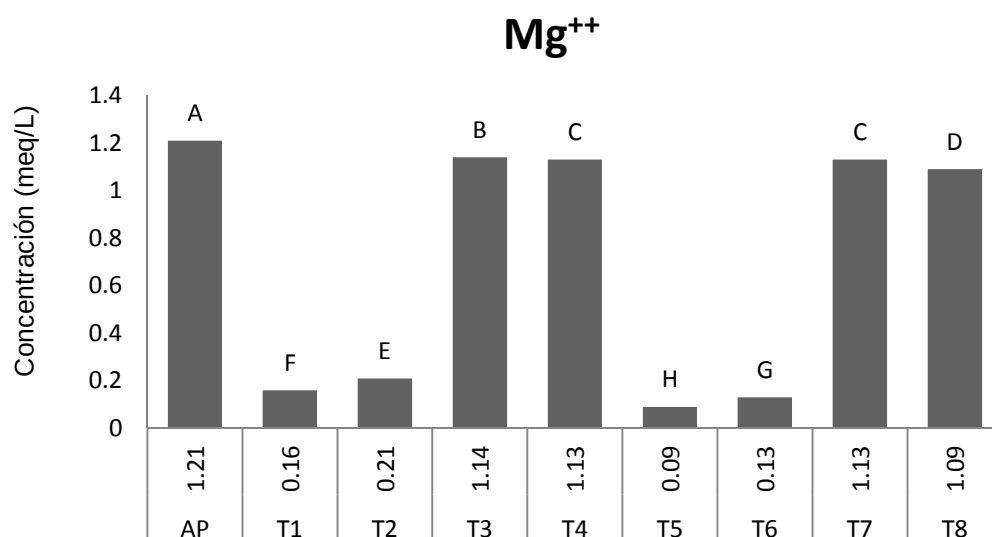
Para el análisis de la dureza total (carbonatos de calcio y magnesio) en el agua, la Figura 14 y 15 muestra que la concentración de Ca^{++} y Mg^{++} encontrada dentro del agua tomada directamente del pozo Tlapeaxco (AP) es mayor que en todos los demás tratamientos, debido a que esta agua no es sometida a ningún proceso de purificación y por tanto corre la posibilidad que en el transcurso de su trayecto del pozo hacia la Planta Purificadora, acumule sales de calcio y magnesio, que como consecuencia aumentan la dureza en el agua, sin embargo, el límite máximo permisible señalados es de 500 mg/L. por lo que cumple las especificaciones de la norma (NOM-127-SSA1-1994) en todos los puntos; en los tratamientos T3, T4, T7 y T8 es mayor comparada con los tratamientos T1, T2, T5 y T6, debido a que a estos trenes de purificación no se les hizo pasar por la membrana de ósmosis inversa, este hace que no se eliminen los componentes químicos que contienen calcio y magnesio.

Respecto a los tratamientos T1, T2, T5 y T6 a estos si se les hizo pasar a través de la membrana de ósmosis inversa, la cual es mundialmente el tratamiento de agua reconocido como un sistema eficiente para la eliminación de minerales disueltos en el agua (99.9%). Sin embargo, el límite máximo permisible señalado es de 200 mg/L. Por lo que todos los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 Y T8) cumplen las especificaciones de la norma (NOM-041-SSA1-1993) en todos los puntos.



Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 14. Calcio

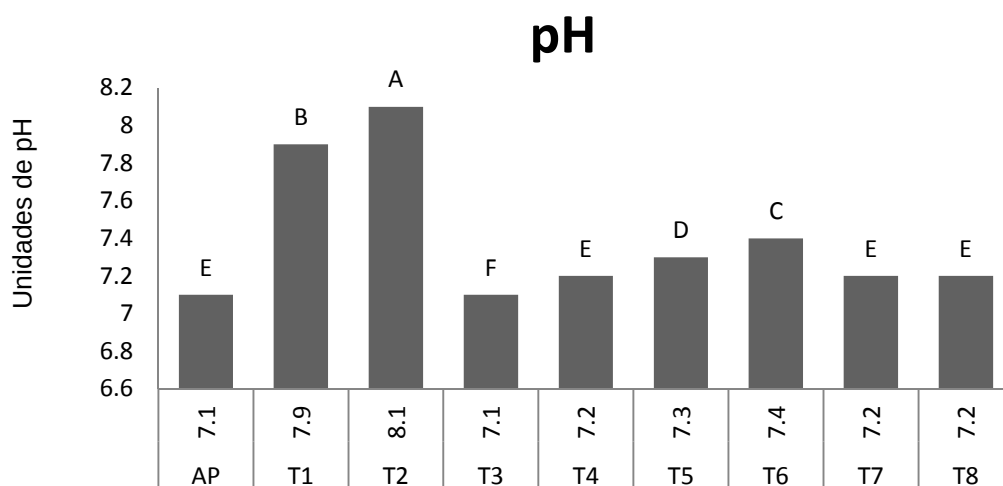


Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 15. Magnesio

El pH (Figura 16) es muy importante para indicar cuál es el grado de acidez o alcalinidad del agua, siendo un pH considerado como neutro de 7 unidades y por tanto se considera como óptimo para el consumo humano un pH entre 6.5 y 8.5 según las normas (NOM-127-SSA1-1994 y NOM-041-SSA1).

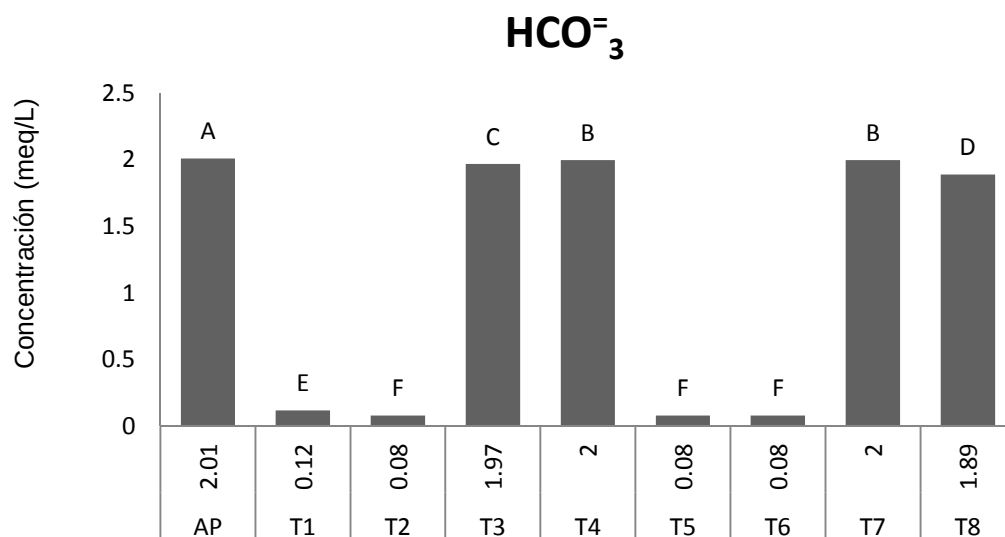
En los resultados obtenidos de las muestras de agua en los trenes de tratamiento de purificación estudiados es posible observar que este parámetro se encuentra entre las 7.1 y 8.1 unidades pH, dentro de las especificaciones de la norma.



Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
 T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

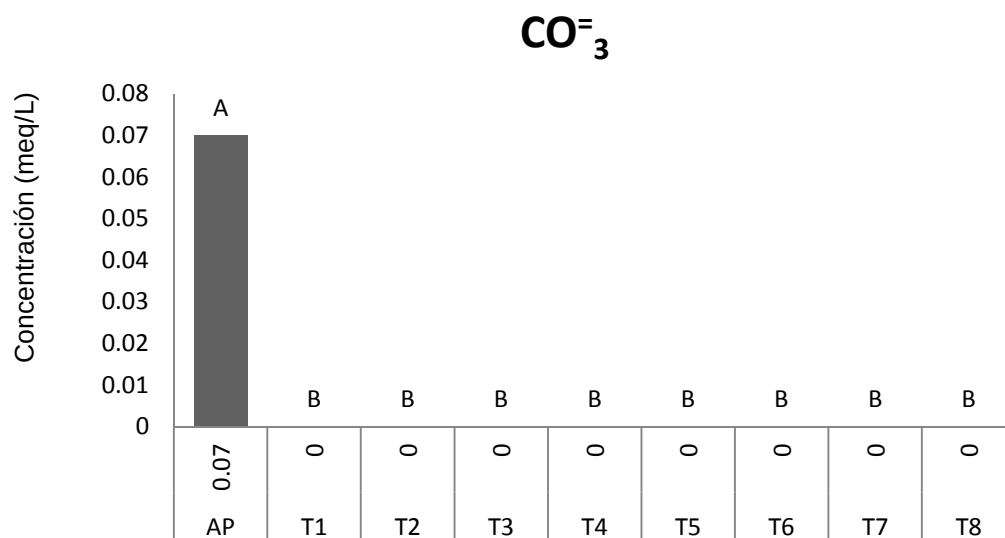
Figura 16. Concentraciones de pH

La alcalinidad del agua es causada principalmente por los bicarbonatos y carbonatos (Figura 17 y 18) presentes en solución y, en menor grado, por los boratos, fosfatos y silicatos, que pueden estar presentes en la muestra (Arboleda, 2000b). Determina la habilidad del agua para el crecimiento de algas y vida acuática (Fernández, 1981). A valores de pH entre 7 y 9, HCO_3^- predomina (esta relación se puede observar entre la figuras 11 y 12), mientras que CO_3^{2-} comienza a aumentar su concentración significativamente a valores de $\text{pH} > 9$. El valor de alcalinidad es utilizado en la interpretación y control del tratamiento de aguas (American Water Works Association, 1999). Se considera como óptimo para el consumo humano (límite máximo permisible 300,00 mg/L) el agua proveniente de los T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8, ya que no rebasa el límite permisible de acuerdo a norma (NOM-041-SSA1).



Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

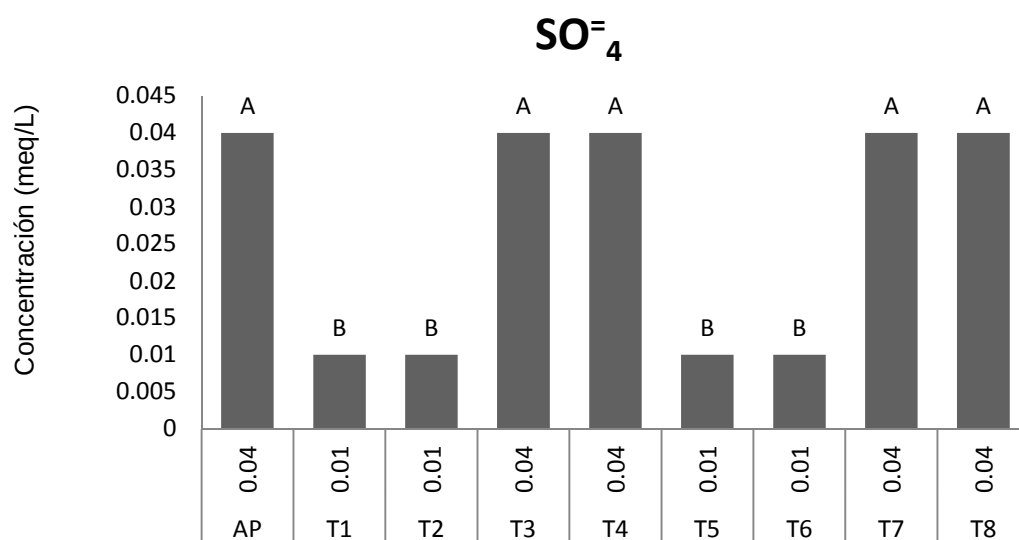
Figura 17. Concentraciones de pH



Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 18. Concentraciones de pH

Los resultados de la determinación de sulfatos (Figura 19) en los trenes de tratamiento para agua purificada y agua del pozo Tlapeaxco muestran que su comportamiento es bastante constante en cada uno de sus puntos, es decir, agrupados en tratamientos con ósmosis inversa (T1, T2, T5 y T6) y tratamientos sin ósmosis inversa (AP, T3, T4, T7 y T8), al compararlos con las especificaciones de las normas NOM-127-SSA1-1994 con un límite permisible de 400 mg/L y NOM-041-SSA1-1993 con un límite máximo permisible de 250 mg/L, se observa que estas concentraciones están por debajo de los límites que marcan dichas normas.

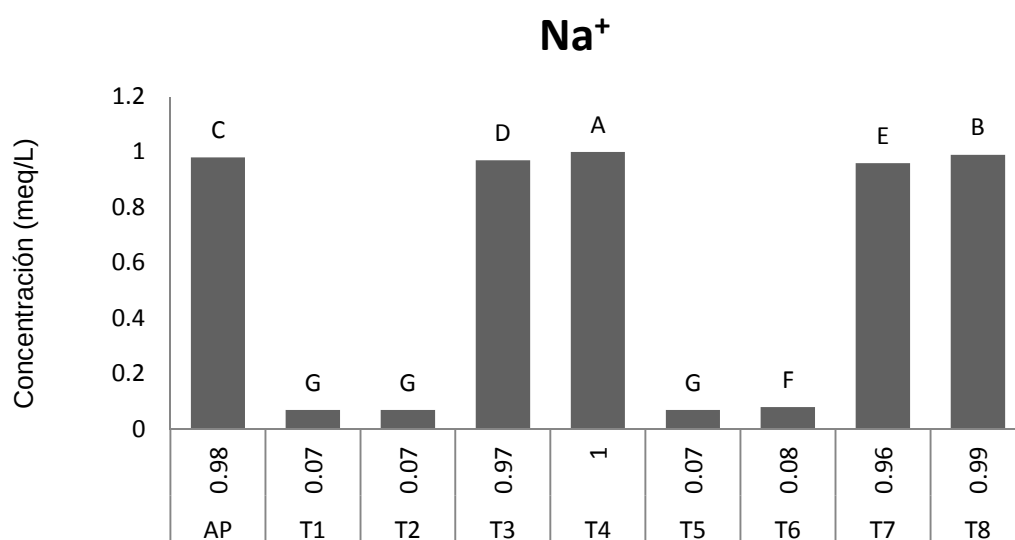


Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 19. Sulfatos

La mayoría de las sustancias disueltas en las aguas subterráneas se encuentran en estado iónico; de ellos, la suma de los iones fundamentales representa su casi totalidad: cationes Na⁺, calcio (Ca²⁺) y magnesio (Mg²⁺) y aniones cloruro (Cl⁻), sulfato (SO₄⁼) y bicarbonato (HCO₃⁼) (Martínez, 2008).

Para poder tipificar un agua, y por tanto evaluarla nutritivamente, debemos valorar su composición iónica (ver Cuadro 19 y Figura 20). La influencia de la ingesta de Na^+ en la presión arterial es conocida y la restricción de este en la dieta para los hipertensos es una medida a considerar en todos los enfoques terapéuticos (Zarzuelo, S. 2006 y Armario, P. et al. 2008). Queremos concluir recalcando la trascendencia del agua de bebida como elemento nutritivo básico, destacando la ventaja fundamental de la constancia de sus principales elementos mineralizantes por sus repercusiones en la salud. Y destacar, por último, la existencia de grupos de investigación dedicados al estudio de aguas envasadas de nuestro entorno, que realizan ensayos clínicos de los que obtienen resultados basados en la mejor evidencia disponible (Schoppen, 2004 y Schoppen, 2008), que demuestran cómo éstas pueden beneficiar a segmentos concretos de población.

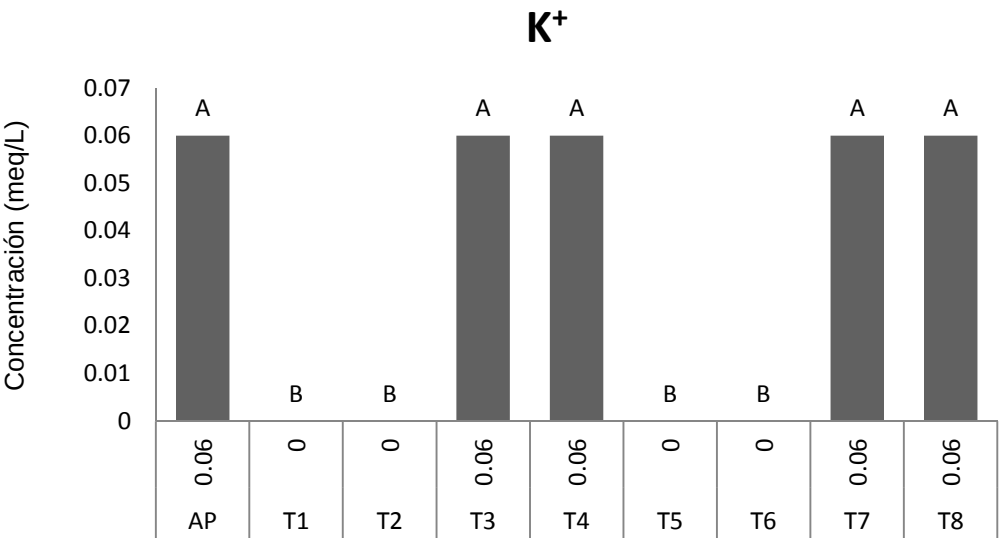


Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 20. Sodio

En aguas para consumo humano no se limita la concentración de sodio a un valor específico (Cuadro 21 y Figura 20). Sin embargo, personas con enfermedades cardíacas, renales y circulatorias requieren dietas bajas en sodio. El sodio se remueve del agua mediante intercambio iónico, también se usan procesos de ósmosis inversa, evaporación y electrodiálisis (Arboleda, 2000b).

El potasio (Figura 21), muchas de sus características son semejantes a las del sodio y sirve por ello como sustituto del sodio en muchas sales de uso industrial; sin embargo, es más costoso que el sodio y por ello de uso menos frecuente. En general se presenta en concentraciones menores que las del sodio (ver Cuadro 19). El potasio es un elemento nutriente esencial y en dosis de 1 a 2 g es catártico (purgante); por ello se considera recomendable un límite de 1000 a 2000 mg/L de potasio en aguas de consumo humano (McKee, 1963) aunque las normas de agua (NOM-127-SSA1-1994 y NOM-041-SSA1-1993) no especifican ningún límite.



Medias con letras diferentes fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).
T1, T2, T5 y T6 = Con Ósmosis Inversa. T3, T4, T7 y T8 = Sin Ósmosis Inversa.

Figura 21. Potasio

El agua debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 que establece los parámetros permisibles del agua para el consumo humano. Una vez cumplido lo anterior las personas físicas o morales que se dediquen al proceso de producir agua purificada deben cumplir la NOM-041-SSA1-1993 que establece las especificaciones sanitarias del agua purificada envasada.

El producto objeto de esta norma, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento, debe ajustarse a las siguientes disposiciones:

- La fuente de abastecimiento de agua debe sujetarse a las disposiciones establecidas en el Reglamento.
- El lavado y desinfección de envases debe realizarse con soluciones sanitizantes que no alteren o cedan sustancias que modifiquen las características del producto y eviten la contaminación por el arrastre de las mismas.
- Las plantas purificadoras de agua deben estar diseñadas y establecidas en instalaciones que permitan efectuar correctamente las buenas prácticas de fabricación.
- En las plantas purificadoras de agua se deben llevar registros de las pruebas efectuadas a la materia prima (agua), producto en proceso, producto terminado, lavado de envases, mantenimiento sanitario del equipo, líneas de producción, accesorios y número de lote asignado al producto, los cuales deben conservarse por un año a disposición de la autoridad sanitaria.
- El producto se debe envasar en recipientes de tipo sanitario que tengan tapa inviolable, sello o banda de garantía, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no

reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y organolépticas.

→ Se deben usar envolturas de material resistente que ofrezcan la protección adecuada a los envases para impedir su deterioro exterior, a la vez que faciliten su manipulación, almacenamiento y distribución.

Para que el agua purificada sea aceptada para el consumo, los resultados del análisis de agua que ha pasado por el tren de tratamiento terciario deben cumplir con las especificaciones de la NOM-041-SSA1-1993, NOM-127-SSA1-1994 y además de compararla con lo que establece la FDA (Administración Federal del Medicamento) las cuales son requisitos indispensables para que el producto sea consumido. Algunas de las especificaciones establecidas se indican en el siguiente cuadro (Cuadro 21).

Cuadro 21. Límites permisibles de algunas características físicas y químicas del agua.

Parámetro	NOM-127-SSA1-1994	NOM-041-SSA1-1993 (mg/L)	FDA
Alcalinidad total	300.00	300.00	
Cloruros	250.00	250.00	250.00
Dureza total	500.00	200.00	
Sulfatos	400.00	250.00	250.00
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5
Sodio	200.00		

Fuente: Valores de las normas NOM-127-SSA1-1994, NOM-041-SSA1-1993 y las normas de la FDA.

6.3 Pruebas de preferencia

Para la realización de la prueba de preferencia usando el índice R, se aplicaron 80 pruebas a consumidores con la disposición de realizarla, en promedio tenían 20 años, oscilando entre los 15 a 70 años, y de los consumidores 98% eran estudiantes de la Universidad Autónoma Chapingo (Cuadro 22).

Cuadro 22. Origen de los consumidores de la prueba de preferencia de bebidas saborizadas con edulcorantes

COMUNIDAD	FRECUENCIA	%
Irrigación	10	12.5
DIA	4	5
DICIFO	7	8.75
DICEA	4	5
DIMA	3	3.75
Fitotecnia	8	10
Horticultura	4	5
Preparatoria Agrícola	20	25
Zootecnia	5	6.25
Parasitología	6	7.5
Suelos	2	2.5
Agroecología	4	5
Trabajadores UACH	3	3.75

6.3.1 Formulaciones de bebidas sabor fresa

La prueba de preferencia para la formulación de bebida sabor fresa se aplicó a una población donde más de la mitad (59%) de los consumidores fueron hombres (Figura 22). El 85% de las personas consumen agua sabor fresa más de 4 veces por semana (Figura 23).

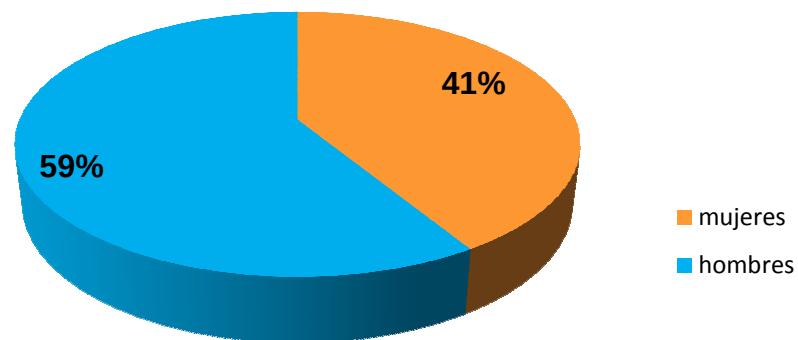


Figura 22. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor Fresa

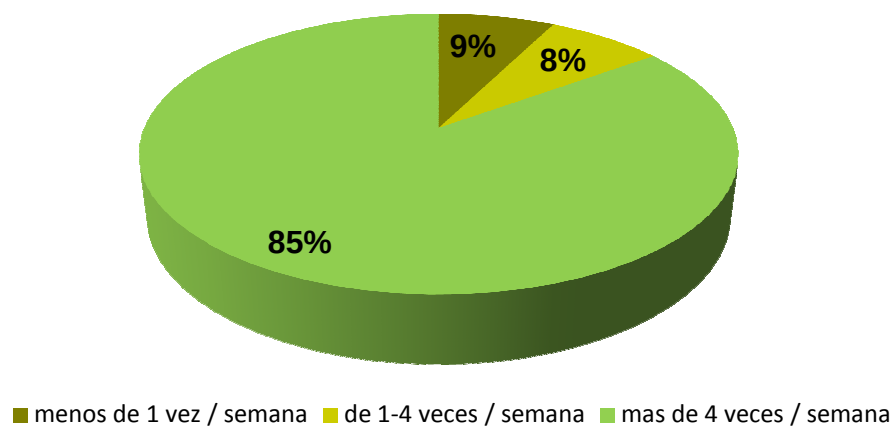


Figura 23. Frecuencia de consumo de la población participante en la prueba de preferencia sabor Fresa

a) Formulación de bebida sabor Fresa, TI, Nutrablend

Para la prueba de Friedman se calculó el valor de T usando la ecuación (1), donde: t es el número de muestras, K es la suma de jerarquización y b es el número de consumidores.

$$T = \left[\left[\frac{12}{bt(t+1)} \right] \sum_{j=1}^t K_j^2 \right] - 3b(t+1) \quad (1)$$

El valor calculado de T fue igual a 2.265; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T < \chi^2$, por lo que no existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Fresa TI Nutrablend	Nutrablend	Fresa	Ac. cítrico					
	A	29%	0.2 mL	50%	23	24	17	16
	B	28%	0.1 mL	51.3%	27	13	20	20
	C	28%	0.2 mL	50%	11	22	20	27
	D	29%	0.1 mL	50%	19	21	23	17

Preferencia de:

29%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD} = 53.97\%$
28%, 0.1 mL, 51.3% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD} = 51.56\%$
28%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD} = 41.97\%$
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	$R_{AC} = 61.73\%$
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.1 mL, 51.3%	$R_{AB} = 51.80\%$
28%, 0.1 mL, 51.3% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	$R_{BC} = 58.99\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. El índice R para el par de tratamientos 29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50% ($R_{AC}= 61.73\%$) indica que la muestra con 29% de edulcorante nutrablend, 0.2 mL de saborizante natural a fresa, 50% de ácido cítrico usando el tratamiento de agua TI, es preferida sobre la 28% nutrablend, 0.2 mL sabor fresa, 50% ácido cítrico el 61.73% de las veces. Por tanto, el índice $R_{AC}= 61.73\%$ es significativo y los demás índices no son significativos. Por lo que existe una preferencia de la muestra A sobre la C y no existe diferencia en las preferencias de las muestras B y D.

b) Formulación de bebida sabor Fresa, TVII, Nutrablend

Usando la ecuación (1), el valor calculado de T fue igual a 0.375; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T < \chi^2$, por lo que no existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia				
					1	2	3	4	
Formulación	Fresa TVII Nutrablend	Nutrablend	Fresa	Ac. cítrico					
		A	29%	0.2 mL	50%	24	18	16	22
		B	28%	0.1 mL	51.3%	15	21	26	18
		C	28%	0.2 mL	50%	19	27	14	20
		D	29%	0.1 mL	50%	22	14	24	20

Preferencia de:

29%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD}= 51.66\%$
28%, 0.1 mL, 51.3% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD}= 48.72\%$
28%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD}= 52.13\%$
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	$R_{AC}= 49.98\%$
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.1 mL, 51.3%	$R_{AB}= 53.36\%$
28%, 0.1 mL, 51.3% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	$R_{BC}= 45.89\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Ninguno de los Índices R obtenidos tuvo un valor superior a 60.77, por lo que no existió diferencia en la preferencia de las muestras sabor Fresa con el tren de tratamiento de agua TVII con el edulcorante Nutrablend usando el Índice R.

c) Formulación de bebida sabor Fresa, TI, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 10.815; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T < \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Fresa TI Neoblend	A	Neoblend 20%	Fresa 0.2 mL	Ac. cítrico 50%	25	13	14	28
	B	21%	0.1 mL	51.3%	27	22	22	9
	C	21%	0.2 mL	50%	21	16	24	19
	D	20%	0.1 mL	50%	7	29	20	24

Preferencia de:

20%, 0.2 mL, 50% vs. 20%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD} = 54.45\%$
21%, 0.1 mL, 51.3% vs. 20%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD} = 65.76\%$
21%, 0.2 mL, 50% vs. 20%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD} = 56.04\%$
20%, 0.2 mL, 50% vs. 21%, 0.2 mL, 50%	$R_{AC} = 48.45\%$
20%, 0.2 mL, 50% vs. 21%, 0.1 mL, 51.3%	$R_{AB} = 40.85\%$
21%, 0.1 mL, 51.3% vs. 21%, 0.2 mL, 50%	$R_{BC} = 58.84\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. El índice R para el par de tratamientos 21%, 0.1 mL, 51.3% vs. 20%, 0.1 mL, 50% ($R_{BD} = 65.76\%$) indica que la muestra con 21% de edulcorante neoblend, 0.1 mL de saborizante natural a fresa, 51.3% de ácido cítrico y usando el agua de tratamiento TI, es preferida sobre la 20% neoblend, 0.1 mL sabor fresa, 50% ácido cítrico el 65.76% de las veces. Por tanto el índice $R_{BD} = 65.76\%$ es significativo y los demás índices no son significativos. Por lo que existe una preferencia de la muestra B sobre la D y no existe diferencia en las preferencias de las muestras A y C.

d) Formulación de bebida sabor Fresa, TVII, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 29.1375; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Fresa TVII Neoblend	A	20%	0.2 mL	50%	35	11	7	27
	B	21%	0.1 mL	51.3%	19	28	22	11
	C	21%	0.2 mL	50%	22	11	23	23
	D	20%	0.1 mL	50%	4	30	28	19

Preferencia de:

20%, 0.2 mL, 50% vs. 20%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD} = 60.72\%$
21%, 0.1 mL, 51.3% vs. 20%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD} = 62.77\%$
21%, 0.2 mL, 50% vs. 20%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD} = 53.09\%$
20%, 0.2 mL, 50% vs. 21%, 0.2 mL, 50%	$R_{AC} = 55.36\%$
20%, 0.2 mL, 50% vs. 21%, 0.1 mL, 51.3%	$R_{AB} = 51.36\%$
21%, 0.1 mL, 51.3% vs. 21%, 0.2 mL, 50%	$R_{BC} = 57.27\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar.

El índice R para el par de tratamientos 21%, 0.1 mL, 51.3% vs. 20%, 0.1 mL, 50% ($R_{BD}= 62.77\%$) indica que la muestra con 21% de edulcorante neoblend, 0.1 mL de saborizante natural a fresa, 51.3% de ácido cítrico y usando el agua de tratamiento TVII, es preferida sobre la 20% neoblend, 0.1 mL sabor fresa, 50% ácido cítrico el 62.77% de las veces. Por tanto el índice $R_{BD}= 62.77\%$ es significativo y los demás índices no son significativos. Por lo que existe una preferencia de la muestra B sobre la D y no existe diferencia en las preferencias de las muestras A y C.

6.3.2 Formulaciones de bebidas sabor uva

La prueba de preferencia para la formulación de bebida sabor uva se aplicó a una población donde más de la mitad (61%) de los consumidores fueron hombres (Figura 24). El 80% de las personas consumen agua sabor uva más de 4 veces por semana (Figura 25).

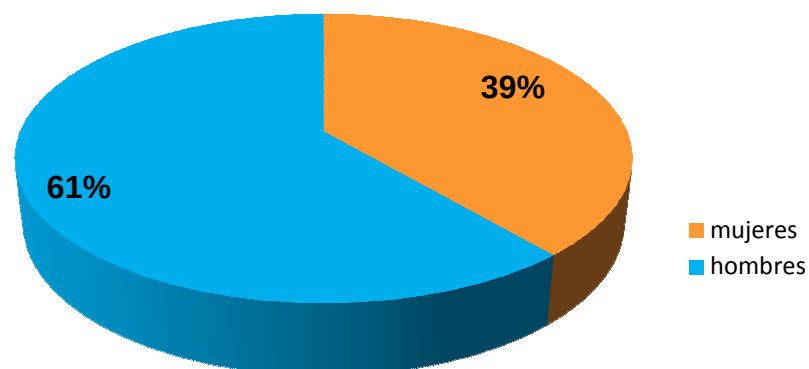


Figura 24. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor Uva

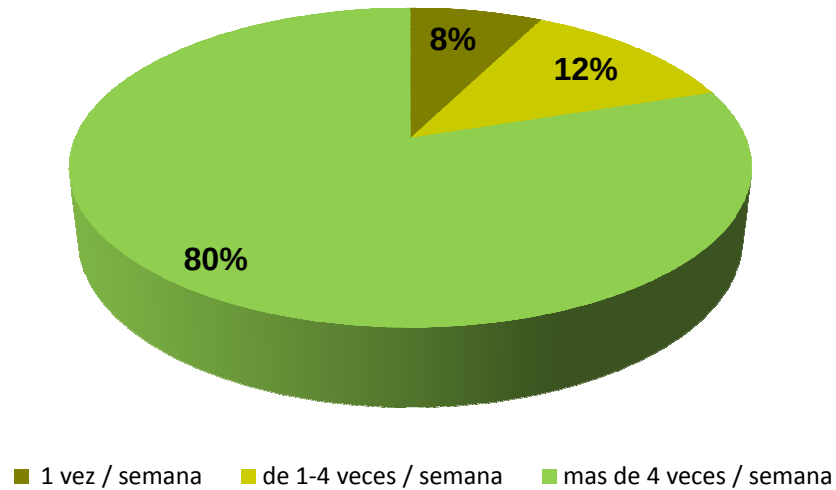


Figura 25. Frecuencia de consumo de la población participante en la prueba de preferencia sabor Uva

a) Formulación de bebida sabor Uva, TI, Nutrablend

Para la prueba de Friedman se calculó el valor de T usando la ecuación (1), donde: t es el número de muestras, K es la suma de jerarquización y b es el número de consumidores.

$$T = \left[\left[\frac{12}{bt(t+1)} \right] \sum_{j=1}^t K_j^2 \right] - 3b(t+1) \quad (1)$$

El valor calculado de T fue igual a 6.72; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T < \chi^2$, por lo que no existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Uva TI Nutrablend	A	27%	0.2 mL	50%	23	13	20	24
	B	28%	0.1 mL	50%	24	27	18	11
	C	28%	0.2 mL	50%	27	11	24	18
	D	27%	0.1 mL	50%	6	29	18	27

Preferencia de:

27%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50% $R_{AD}= 56.07\%$

28%, 0.1 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50% $R_{BD}= 66.42\%$

28%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50% $R_{CD}= 60.01\%$

27%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.2 mL, 50% $R_{AC}= 46.30\%$

27%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50% $R_{AB}= 41.38\%$

28%, 0.1 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50% $R_{BC}= 54.96\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar.

El índice R para el par de tratamientos 28%, 0.1 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50% ($R_{BD}= 66.42\%$) indica que la muestra con 28% de edulcorante nutrablend, 0.1 mL de saborizante natural a uva, 50% de ácido cítrico y usando el agua de tratamiento TI, es preferida sobre la 27% nutrablend, 0.1 mL sabor uva, 50%

ácido cítrico el 66.42% de las veces. Por tanto el índice $R_{BD}= 66.42\%$ es significativo y los demás índices no son significativos. Por lo que existe una preferencia de la muestra B sobre la D y no existe diferencia en las preferencias de las muestras A y C.

b) Formulación de bebida sabor Uva, TVII, Nutrablend

Usando la ecuación (1), el valor calculado de T fue igual a 10.5375; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Uva TVII Nutrablend	A	27%	0.2 mL	50%	24	12	21	23
	B	28%	0.1 mL	50%	24	29	18	9
	C	28%	0.2 mL	50%	26	16	5	18
	D	27%	0.1 mL	50%	6	23	22	30

Preferencia de:

27%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD}= 59.26\%$
28%, 0.1 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD}= 70.78\%$
28%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD}= 66.84\%$
27%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.2 mL, 50%	$R_{AC}= 43.41\%$
27%, 0.2 mL, 50% vs. 27%, 0.1 mL, 50%	$R_{AB}= 40.80\%$
28%, 0.1 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	$R_{BC}= 49.94\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Dos de los Índices R obtenidos tuvo un valor superior a 60.77, por lo que existió diferencia en la preferencia de las muestras 28% nutrablend, 0.1 mL sabor uva, 50% ácido cítrico vs. 27% nutrablend, 0.1 mL sabor uva, 50% ácido cítrico, donde el índice R para el par de tratamientos BD ($R_{BD}= 70.78\%$) indica que la muestra B es preferida sobre la D el 70.78% de las veces; y la preferencia de la muestra 28% nutrablend, 0.2 mL sabor uva, 50% ácido cítrico vs. 27% nutrablend, 0.1 mL sabor uva, 50% ácido cítrico muestra una ligera baja preferencia, donde el índice R para el par de tratamientos CD ($R_{CD}= 66.84\%$) indica que la muestra C es preferida sobre la D el 66.84% de las veces; por lo que el índice R_{BD} y R_{CD} son significativos para el sabor Uva con el tren de tratamiento de agua TVII con el edulcorante Nutrablend usando el Índice R.

c) Formulación de bebida sabor Uva, TI, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 34.7175; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Uva TI Neoblend	A	Neoblend 15%	Uva 0.1 mL	Ac. cítrico 25%	16	3	57	4
	B	13%	0.2 mL	28%	30	22	9	19
	C	14%	0.1 mL	28%	18	24	5	33
	D	13.5%	0.1 mL	27.5%	16	31	9	24

Preferencia de:

15%, 0.1 mL, 25% vs. 13.5%, 0.1 mL, 27.5%	$R_{AD} = 46.41\%$
13%, 0.2 mL, 28% vs. 13.5%, 0.1 mL, 27.5%	$R_{BD} = 57.99\%$
14%, 0.1 mL, 28% vs. 13.5%, 0.1 mL, 27.5%	$R_{CD} = 46.85\%$
15%, 0.1 mL, 25% vs. 14%, 0.1 mL, 28%	$R_{AC} = 52.74\%$
15%, 0.1 mL, 25% vs. 13%, 0.2 mL, 28%	$R_{AB} = 39.60\%$
13%, 0.2 mL, 28% vs. 14%, 0.1 mL, 28%	$R_{BC} = 60.36\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Ninguno de los Índices R obtenidos tuvo un valor superior a 60.77, por lo que tampoco existió diferencia en la preferencia de las muestras de formulaciones de bebidas sabor Uva con el tren de tratamiento de agua TI con el edulcorante Neoblend, usando el Índice R.

d) Formulación de bebida sabor Uva, TVII, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 8.265; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Uva TVII Neoblend	A	15%	0.1 mL	25%	20	23	15	22
	B	13%	0.2 mL	28%	24	16	15	25
	C	14%	0.1 mL	28%	22	15	20	23
	D	13.5%	0.1 mL	27.5%	14	26	30	10

Preferencia de:

15%, 0.1 mL, 25% vs. 13.5%, 0.1 mL, 27.5%	$R_{AD} = 49.44\%$
13%, 0.2 mL, 28% vs. 13.5%, 0.1 mL, 27.5%	$R_{BD} = 48.44\%$
14%, 0.1 mL, 28% vs. 13.5%, 0.1 mL, 27.5%	$R_{CD} = 47.13\%$
15%, 0.1 mL, 25% vs. 14%, 0.1 mL, 28%	$R_{AC} = 51.40\%$
15%, 0.1 mL, 25% vs. 13%, 0.2 mL, 28%	$R_{AB} = 50.41\%$
13%, 0.2 mL, 28% vs. 14%, 0.1 mL, 28%	$R_{BC} = 50.73\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Ninguno de los Índices R obtenidos tuvo un valor superior a 60.77, por lo que tampoco existió diferencia en

la preferencia de la muestras sabor Uva con el tren de tratamiento de agua TVII con el edulcorante Neoblend, usando el Índice R.

6.3.3 Formulaciones de bebidas sabor frambuesa

La prueba de preferencia para la formulación de bebida sabor frambuesa se aplicó a una población donde más de la mitad (64%) de los consumidores fueron mujeres (Figura 26). El 100% de las personas no consumen agua sabor frambuesa ya que aun no existe en el mercado.

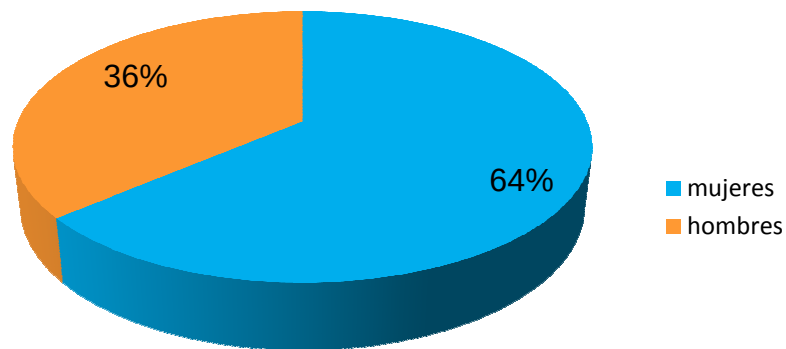


Figura 26. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor Frambuesa

a) Formulación de bebida sabor Frambuesa, TI, Nutrablend

Para la prueba de Friedman se calculó el valor de T usando la ecuación (1), donde: t es el número de muestras, K es la suma de jerarquización y b es el número de consumidores.

$$T = \left[\left[\frac{12}{bt(t+1)} \right] \sum_{j=1}^t K_j^2 \right] - 3b(t+1) \quad (1)$$

El valor calculado de T fue igual a 7.395; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T < \chi^2$, por lo que no existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Frambuesa TI Nutrablend	A	Nutrablend 29%	Frambuesa 0.2 mL	Ac. cítrico 50%	30	22	22	6
	B	28%	0.1 mL	50%	17	18	19	26
	C	28%	0.2 mL	50%	16	21	17	26
	D	29%	0.1 mL	50%	17	19	22	22

Preferencia de:

29%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	R_{AD}= 64.28%
28%, 0.1 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	R _{BD} = 48.30%
28%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	R _{CD} = 48.66%
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	R_{AC}= 65.22%
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.1 mL, 50%	R_{AB}= 65.50%
28%, 0.1 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	R _{BC} = 49.70%

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Tres de los Índices R obtenidos obtuvieron un valor superior a 60.77, por lo que existió diferencia en la preferencia de las muestras.

El índice R para el par de tratamientos AB (29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.1 mL, 50%) indica que la muestra A es preferida sobre la B ($R_{AB}= 65.50\%$) el 65.50% de las veces; el índice R para el par AC muestra una baja preferencia de la muestra A con respecto de la C ($R_{AC}= 65.22\%$) y el índice R para el par AD muestra una más baja aun preferencia de la muestra A con respecto de la muestra D ($R_{AD}= 64.28\%$). Por lo que los índices $R_{AB}= 65.50\%$, $R_{AC}= 65.22\%$ y $R_{AD}= 64.28\%$ son significativos para el sabor Frambuesa con el tren de tratamiento de agua TI con el edulcorante Nutrablend. Por tanto, existe una preferencia de la muestra A (29% nutrablend, 0.2 mL sabor frambuesa, 50% ácido cítrico) sobre la B, C y D.

b) Formulación de bebida sabor Frambuesa, TVII, Nutrablend

Usando la ecuación (1), el valor calculado de T fue igual a 7.395; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T < \chi^2$, por lo que no existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Frambuesa TVII Nutrablend		Nutrablend	Frambuesa	Ac. cítrico	30	22	22	6
	A	29%	0.2 mL	50%	17	18	19	26
	B	28%	0.1 mL	50%	16	21	17	26
	C	28%	0.2 mL	50%	17	19	22	22
	D	29%	0.1 mL	50%				

Preferencia de:

29%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	R_{AD}= 64.28%
28%, 0.1 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	R _{BD} = 48.30%
28%, 0.2 mL, 50% vs. 29%, 0.1 mL, 50%	R _{CD} = 48.66%
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	R_{AC}= 65.22%
29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.1 mL, 50%	R_{AB}= 65.50%
28%, 0.1 mL, 50% vs. 28%, 0.2 mL, 50%	R _{BC} = 49.70%

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Tres de los Índices R obtenidos obtuvieron un valor superior a 60.77, por lo que existió diferencia en la preferencia de las muestras. El índice R para el par de tratamientos AB (29%, 0.2 mL, 50% vs. 28%, 0.1 mL, 50%) indica que la muestra A es preferida sobre la B ($R_{AB}= 65.50\%$) el 65.50% de las veces; el índice R para el par AC muestra una baja preferencia de la muestra A con respecto de la C ($R_{AC}= 65.22\%$) y el índice R para el par AD muestra una más baja aun preferencia de la muestra A con respecto de la muestra D ($R_{AD}= 64.28\%$). Por lo que los índices $R_{AB}= 65.50\%$, $R_{AC}= 65.22\%$ y $R_{AD}= 64.28\%$ son significativos para el sabor Frambuesa con el tren de tratamiento de agua TVII con el edulcorante Nutrablend. Por tanto, existe una preferencia de la muestra A (29% nutrablend, 0.2 mL sabor frambuesa, 50% ácido cítrico) sobre la B, C y D.

c) Formulación de bebida sabor Frambuesa, TI, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 16.7775; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Frambuesa TI Neoblend	A	Neoblend 18%	Frambuesa 0.2 mL	Ac. cítrico 28%	28	10	21	20
	B	14%	0.1 mL	31%	17	23	25	15
	C	16.8%	0.1 mL	21%	18	23	21	18
	D	20.5%	0.1 mL	51%	17	24	13	27

Preferencia de:

18%, 0.2 mL, 28% vs. 20.5%, 0.1 mL, 51%	$R_{AD} = 55.06\%$
14%, 0.1 mL, 31% vs. 20.5%, 0.1 mL, 51%	$R_{BD} = 53.53\%$
16.8%, 0.1 mL, 21% vs. 20.5%, 0.1 mL, 51%	$R_{CD} = 53.20\%$
18%, 0.2 mL, 28% vs. 16.8%, 0.1 mL, 21%	$R_{AC} = 51.76\%$
18%, 0.2 mL, 28% vs. 14%, 0.1 mL, 31%	$R_{AB} = 51.34\%$
14%, 0.1 mL, 31% vs. 16.8%, 0.1 mL, 21%	$R_{BC} = 50.25\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar.

Ninguno de los Índices R obtenidos tuvo un valor superior a 60.77, por lo que tampoco existió diferencia en la preferencia de la muestras sabor Frambuesa con el tren de tratamiento de agua TI con el edulcorante Neoblend, usando el Índice R.

d) Formulación de bebida sabor Frambuesa, TVII, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 6.675; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T < \chi^2$, por lo que no existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Frambuesa TVII Neoblend	A	Neoblend 18%	Frambuesa 0.2 mL	Ac. cítrico 28%	31	22	21	6
	B	14%	0.1 mL	31%	16	18	19	27
	C	16.8%	0.1 mL	21%	16	20	17	27
	D	20.5%	0.1 mL	51%	17	20	23	20

Preferencia de:

18%, 0.2 mL, 28% vs. 20.5%, 0.1 mL, 51%	R_{AD}= 64.13%
14%, 0.1 mL, 31% vs. 20.5%, 0.1 mL, 51%	R _{BD} = 46.35%
16.8%, 0.1 mL, 21% vs. 20.5%, 0.1 mL, 51%	R _{CD} = 47.02%
18%, 0.2 mL, 28% vs. 16.8%, 0.1 mL, 21%	R_{AC}= 66.35%
18%, 0.2 mL, 28% vs. 14%, 0.1 mL, 31%	R_{AB}= 67.02%
14%, 0.1 mL, 31% vs. 16.8%, 0.1 mL, 21%	R _{BC} = 49.42%

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Tres de los Índices R obtenidos obtuvieron un valor superior a 60.77, por lo que existió diferencia en la preferencia de las muestras. El índice R para el par de tratamientos AB (18% de edulcorante neoblend, 0.2 mL sabor frambuesa, 28% de ácido cítrico vs. 14% neoblend, 0.1 mL sabor frambuesa, 31% ácido cítrico) indica que la muestra A es preferida sobre la B ($R_{AB}= 67.02\%$) el 67.02% de las veces; el índice R para el par AC muestra una baja preferencia de la muestra A con respecto de la C ($R_{AC}= 66.35\%$) y el índice R para el par AD muestra una más baja aun preferencia de la muestra A con respecto de la muestra D ($R_{AD}= 64.13\%$). Por lo que, los índices $R_{AB}= 67.02\%$, $R_{AC}= 66.35\%$ y $R_{AD}= 64.13\%$ son significativos para el sabor Frambuesa con el tren de tratamiento de agua TVII con el edulcorante Neoblend. Por tanto, existe una preferencia de la muestra A (18% neoblend, 0.2 mL sabor frambuesa, 28% ácido cítrico) sobre la B, C y D.

6.3.4 Formulaciones de bebidas sabor té verde

La prueba de preferencia para la formulación de bebida sabor uva se aplicó a una población donde más de la mitad (59%) de los consumidores fueron hombres (Figura 27). El 67% de las personas consumen agua sabor té verde (limón) 1 vez por semana (Figura 28).

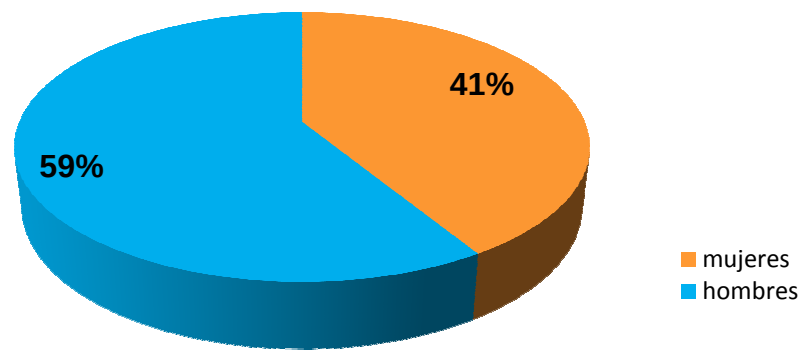


Figura 27. Proporción de hombres y mujeres participantes en la prueba de preferencia sabor Té verde

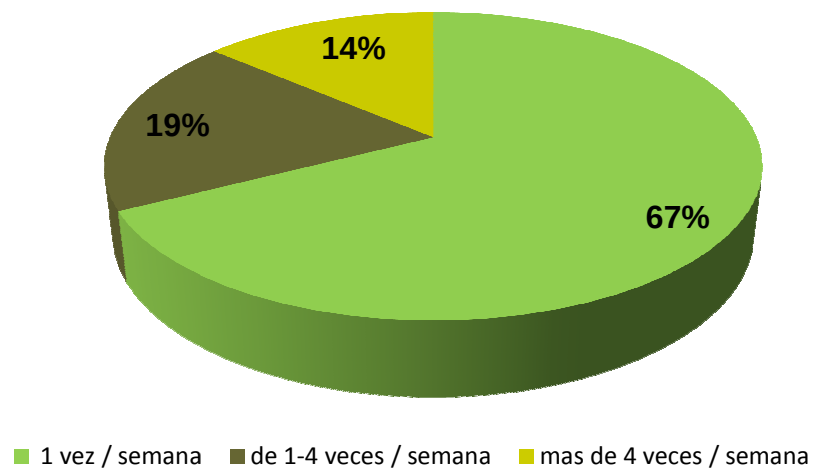


Figura 28. Frecuencia de consumo de la población participante en la prueba de preferencia sabor Té verde

a) Formulación de bebida sabor Té verde, TI, Nutrablend

Para la prueba de Friedman se calculó el valor de T usando la ecuación (1), donde: t es el número de muestras, K es la suma de jerarquización y b es el número de consumidores.

$$T = \left[\left[\frac{12}{bt(t+1)} \right] \sum_{j=1}^t K_i^2 \right] - 3b(t+1) \quad (1)$$

El valor calculado de T fue igual a 18.57; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Té verde TI Nutrablend	A	18%	0.2 mL	55%	9	14	18	39
	B	17.5%	0.1 mL	50%	16	42	13	9
	C	17.5%	0.2 mL	55%	50	11	5	14
	D	18%	0.1 mL	50%	5	13	44	18

Preferencia de:

18%, 0.2 mL, 55% vs. 18%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD} = 42.62\%$
17.5%, 0.1 mL, 50% vs. 18%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD} = 73.72\%$
17.5%, 0.2 mL, 55% vs. 18%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD} = 77.41\%$
18%, 0.2 mL, 55% vs. 17.5%, 0.2 mL, 55%	$R_{AC} = 22.00\%$
18%, 0.2 mL, 55% vs. 17.5%, 0.1 mL, 50%	$R_{AB} = 26.63\%$
17.5%, 0.1 mL, 50% vs. 17.5%, 0.2 mL, 55%	$R_{BC} = 34.16\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar.

Dos de los Índices R obtenidos tuvo un valor superior a 60.77, por lo que existió diferencia en la preferencia de las muestras 17.5% nutrablend, 0.2 mL sabor té verde, 55% ácido cítrico vs. 18% nutrablend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico, donde el índice R para el par de tratamientos BD ($R_{BD}= 77.41\%$) indica que la muestra B es preferida sobre la D el 77.41% de las veces; y la preferencia de la muestra 17.5% nutrablend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico vs. 18% nutrablend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico muestra una ligera baja preferencia, donde el índice R para el par de tratamientos CD ($R_{CD}= 73.72\%$) indica que la muestra C es preferida sobre la D el 73.72% de las veces; por lo que el índice R_{BD} y R_{CD} son significativos para el sabor Té verde con el tren de tratamiento de agua TI con el edulcorante Nutrablend usando el Índice R.

b) Formulación de bebida sabor Té verde, TVII, Nutrablend

Usando la ecuación (1), el valor calculado de T fue igual a 29.82; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Té verde TVII Nutrablend	A	18%	0.2 mL	55%	33	18	13	16
	B	17.5%	0.1 mL	50%	30	15	28	7
	C	17.5%	0.2 mL	55%	13	8	23	36
	D	18%	0.1 mL	50%	4	39	16	21

Preferencia de:

18%, 0.2 mL, 55% vs. 18%, 0.1 mL, 50%	R_{AD}= 64.63%
17.5%, 0.1 mL, 50% vs. 18%, 0.1 mL, 50%	R_{BD}= 63.64%
17.5%, 0.2 mL, 55% vs. 18%, 0.1 mL, 50%	R _{CD} = 39.23%
18%, 0.2 mL, 55% vs. 17.5%, 0.2 mL, 55%	R_{AC}= 69.77%
18%, 0.2 mL, 55% vs. 17.5%, 0.1 mL, 50%	R _{AB} = 50.61%
17.5%, 0.1 mL, 50% vs. 17.5%, 0.2 mL, 55%	R_{BC}= 71.97%

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Cuatro de los Índices R obtenidos tuvieron un valor superior a 60.77, por lo que existió diferencia en la preferencia de las muestras. El índice R para el par de tratamientos BC (17.5% de edulcorante nutrablend, 0.1 mL sabor té verde, 50% de ácido cítrico vs. 17.5% nutrablend, 0.2 mL sabor té verde, 55% de ácido cítrico) indica que la muestra B es preferida sobre la C ($R_{BC}= 71.97\%$) el 71.97% de las veces, el índice para el par BD muestra una baja preferencia de la muestra B con respecto de la D ($R_{BD}= 63.64\%$); el índice R para el par de tratamientos AC (18%, 0.2 mL, 55% vs. 17.5%, 0.2 mL, 55%) indica que la muestra A es preferida sobre la C ($R_{AC}= 69.77\%$) el 69.77% de las veces, el índice para el par AD muestra una baja preferencia de la muestra A con respecto de la D ($R_{AD}= 64.63\%$). Por lo que, los índices $R_{BC}= 71.97\%$, $R_{BD}= 63.64\%$, $R_{AC}= 69.77\%$ y $R_{AD}= 64.63\%$ son significativos para el sabor Té verde con el tren de tratamiento de agua TVII con el edulcorante Nutrablend.

Por tanto, existe una mayor preferencia de la muestra B (17.5%, 0.1 mL, 50%) sobre la C y D; y una menor preferencia de la muestra A (18%, 0.2 mL, 55%) sobre la C y D.

c) Formulación de bebida sabor Té verde, TI, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 24.5025; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación Té verde TI Neoblend	A	Neoblend 18.6%	Té verde 0.2 mL	Ac. cítrico 55%	27	13	17	22
	B	18.5%	0.1 mL	50%	28	19	23	10
	C	18.5%	0.2 mL	55%	20	20	18	22
	D	18.6%	0.1 mL	50%	5	28	22	26

Preferencia de:

18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.6%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD} = 60.02\%$
18.5%, 0.1 mL, 50% vs. 18.6%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD} = 67.24\%$
18.5%, 0.2 mL, 55% vs. 18.6%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD} = 58.06\%$
18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.5%, 0.2 mL, 55%	$R_{AC} = 52.36\%$
18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.5%, 0.1 mL, 50%	$R_{AB} = 44.46\%$
18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.5%, 0.2 mL, 55%	$R_{BC} = 58.33\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. El índice R para el par de tratamientos 18.5% edulcorante neoblend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico vs. 18.6% neoblend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico ($R_{BD}= 67.24\%$) indica que la muestra con 18.5% de edulcorante neoblend, 0.1 mL de saborizante natural a té verde, 50% de ácido cítrico usando el tratamiento de agua T1, es preferida sobre la 18.6% neoblend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico, el 67.24% de las veces. Por tanto, el índice $R_{BD}= 67.24\%$ es significativo y los demás índices no son significativos. Por lo que existe una preferencia de la muestra B sobre la D y no existe diferencia en las preferencias de las muestras A y C.

d) Formulación de bebida sabor Té verde, TVII, Neoblend

El valor calculado de T fue igual a 8.265; al compararlo con la χ^2 de tablas ($\alpha=0.05$, g.l.=3), igual a 7.8147, se puede observar que $T > \chi^2$, por lo que existió diferencia en preferencia entre los cuatro tratamientos.

Los resultados con el índice R se muestran a continuación:

					Orden de Preferencia			
					1	2	3	4
Formulación	Neoblend	Té verde	Ac. cítrico		15	22	9	34
	A	18.6%	0.2 mL	55%	34	19	19	8
	B	18.5%	0.1 mL	50%	27	11	30	12
	C	18.5%	0.2 mL	55%	4	28	22	26
Uva TVII Neoblend								
	D	18.6%	0.1 mL	50%				

Preferencia de:

18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.6%, 0.1 mL, 50%	$R_{AD}= 51.70\%$
18.5%, 0.1 mL, 50% vs. 18.6%, 0.1 mL, 50%	$R_{BD}= 72.45\%$
18.5%, 0.2 mL, 55% vs. 18.6%, 0.1 mL, 50%	$R_{CD}= 63.34\%$
18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.5%, 0.2 mL, 55%	$R_{AC}= 38.90\%$
18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.5%, 0.1 mL, 50%	$R_{AB}= 31.90\%$
18.6%, 0.2 mL, 55% vs. 18.5%, 0.2 mL, 55%	$R_{BC}= 58.20\%$

De la tabla de valores críticos para el índice R (Anexo 3), usando un $\alpha=0.05$, el valor crítico para un número total de 80 pruebas es de 10.77. Esto es, el índice R crítico es 60.77%. Se necesita superar el 50% por un 10.77 para que la probabilidad sea significativamente mayor que el azar. Dos de los Índices R obtenidos tuvo un valor superior a 60.77, por lo que existió diferencia en la preferencia de las muestras 18.5% neoblend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico vs. 18.6% neoblend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico, donde el índice R para el par de tratamientos BD ($R_{BD}= 72.45\%$) indica que la muestra B es preferida sobre la D el 72.45% de las veces; y la preferencia de la muestra 18.5% neoblend, 0.2 mL sabor té verde, 55% ácido cítrico vs. 18.6% neoblend, 0.1 mL sabor té verde, 50% ácido cítrico muestra una ligera baja preferencia, donde el índice R para el par de tratamientos CD ($R_{CD}= 63.34\%$) indica que la muestra C es preferida sobre la D el 63.34% de las veces; por lo que el índice R_{BD} y R_{CD} son significativos para el sabor té verde con el tren de tratamiento de agua TVII con el edulcorante Neoblend usando el Índice R.

6.4 Prueba de aceptabilidad

Respecto a la prueba de aceptabilidad se obtuvieron los datos de 80 jueces (consumidores) con una edad promedio de 20 años, oscilando entre 15 a 70 años.

Con el propósito de identificar que formulación o formulaciones de bebida saborizada generaban la diferencia significativa dentro de la prueba de aceptabilidad, se realizó la prueba de medias con el procedimiento de Diferencia Mínima Significativa (LSD). En función que medias con la misma letra no son significativamente diferentes, los resultados indican que la formulación de Uva TI Neoblend es la más preferida, seguido por Fresa TVII Nutrablend, Fresa TI Nutrablend y Frambuesa TVII Neoblend y por último las menos preferidas fueron Uva TVII Neoblend, Té verde TI Nutrablend, Té verde TVII Nutrablend, Té verde TI Neoblend, Té verde TVII Neoblend, Frambuesa TI Nutrablend, Frambuesa TVII Nutrablend, Frambuesa TI Neoblend, Fresa TI Neoblend, Fresa TVII Neoblend, Uva TI Nutrablend y Uva TVII Nutrablend (Cuadro 23).

Cuadro 23. Diferencias estadísticas significativas de la prueba de medias en las formulaciones de bebidas endulzadas a través de la prueba de aceptabilidad

Tratamiento	Media	Número de observaciones	Agrupamiento
Fresa TI Nutrablend	5.49	80	b
Fresa TVII Nutrablend	6.78	80	a
Fresa TI Neoblend	2.76	80	d
Fresa TVII Neoblend	2.9	80	d

Uva TI Nutrablend	2.7	80	d
Uva TVII Nutrablend	2.63	80	d
Uva TI Neoblend	7	80	a
Uva TVII Neoblend	4.74	80	c
Frambuesa TI Nutrablend	2.8	80	d
Frambuesa TVII Nutrablend	2.8	80	d
Frambuesa TI Neoblend	2.76	80	d
Frambuesa TVII Neoblend	5.66	80	b
Té verde TI Nutrablend	2.79	80	d
Té verde TVII Nutrablend	2.94	80	d
Té verde TI Neoblend	2.81	80	d
Té verde TVII Neoblend	2.65	80	d

Diferente letra entre las medias indican diferencias estadísticas significativas (P≤0.05)

7. CONCLUSIONES

Con base a los resultados mostrados en la sección anterior es claro que los coliformes totales para el agua del pozo Tlapeaxco (agua cruda) no cumple con los límites permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-1994, estando 0.2 NMP/100 mL por encima de este límite. Esto es de primordial atención, ya que no se recomienda su uso como agua de bebida directa, pues rebasa el límite de la norma, aspecto que afecta directamente al consumidor provocando riesgos potenciales a la Salud.

Esta investigación permitió establecer que el agua purificada adecuada para nuestro organismo no necesariamente es aquella que tiene todos los tratamientos de filtración y desinfección, hasta convertirla en un líquido desmineralizado proveniente de suavizadores y de ósmosis inversa.

Las personas deben usar este tipo de agua como medio de desintoxicación, pero no como único medio de hidratación, de continuar su consumo, se tiene una alta probabilidad de incidir en enfermedades cardiovasculares y de acidificar el organismo.

En los trenes de tratamiento de agua purificada T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 no hubo presencia de microorganismos coliformes totales en las muestras evaluadas, lo que refleja el efecto del uso de tratamientos avanzados para purificar el agua.

La conductividad eléctrica de los tratamientos en que se incluye el proceso de ósmosis inversa resultó 0.0072175 mmhos/cm o dS/cm lo que se refleja en una disminución altamente considerable en la presencia de sales y de 0.191725 mmhos/cm en el resto de los tratamientos y de 0.219 mmhos/cm para el agua de pozo.

Los tratamientos en los que se eliminó el proceso de ósmosis inversa tienen una concentración alrededor de 5 a 6 veces mayor que aquellos en los que se mantuvo el proceso de ósmosis inversa. Los carbonatos en ningún caso se presentaron. Tanto sulfatos como cloruros, en todos los casos se mantuvo una concentración proporcional baja, inclusive en los tratamientos con cloración la concentración de cloro se mantuvo baja del orden de 0.27 m.eq./L.

La cantidad de sales incluyendo al agua de pozo es baja del orden de 2 m.eq./L y de 0.29 m.eq./L para aquellos tratamientos en los que se conservó el proceso de ósmosis inversa. Por lo tanto, incluyendo Ósmosis Inversa se obtiene un producto totalmente libre de sales minerales. Sin Ósmosis Inversa se tendrá un producto con nutrientes y cantidad adecuada para la mayoría de los consumidores.

Al establecer una planta purificadora de agua es necesario mantener un programa de monitoreo completo y permanente para analizar el agua que es tomada como alimentación a la planta, que cumpla con la norma NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano—Límites máximos permisibles de calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización y que el agua de salida (agua purificada) cumpla con la norma NOM-041-SSA1-1993

Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias y con la NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Además, establecer un programa de mantenimiento de las tuberías utilizadas en el proceso de purificación de agua, evitando así que las incrustaciones de las mismas deterioren el equipo y como consecuencia la calidad del producto.

En la búsqueda del equilibrio dulce/ácido óptimo y productos bajos en calorías, deben considerarse y aprovecharse las propiedades fisicoquímicas y sensoriales (sinergia) de ambos grupos aditivos, para su empleo sólo o en mezclas.

Se desarrollaron formulaciones de bebidas saborizadas bajo el principio de desarrollar una nueva categoría de bebidas, la cual ofrece al consumidor la sensación de una bebida natural, dulce y libre de calorías a un segmento de bebidas sumamente dinámico en todos los mercados.

La pruebas de preferencia y aceptabilidad entre las personas de la comunidad de estudio, colocó a la formulación de bebida sabor Uva TI Neoblend, Fresa TVII Nutrablend, Fresa TI Nutrablend y Frambuesa TVII Neoblend, como las mejores formulaciones evaluadas.

8. RECOMENDACIONES

Se exhorta a seguir indagando sobre las características (físicas, químicas o biológicas) de interés, para la obtención de agua purificada incluyendo los posibles efectos sobre las diferentes estaciones del año.

Algunos de los principales objetivos para erradicar la incidencia de enfermedades gastrointestinales en el proceso de purificación de agua:

- Efectuar monitoreos constantes en los diferentes equipos de purificación para detectar riesgos de contaminación bacteriana.
- Contar con técnicas probadas y aprobadas que cumplan con los requisitos especificados para llevar a cabo los análisis y en especial en el producto de consumo final (agua purificada embotellada).
- Es importante identificar los puntos críticos de la ruta donde se produce la contaminación microbiológica y las causas del deterioro de la calidad del producto.
- Es importante realizar monitoreos que incluyan desde la observación, la medición y el registro de parámetros establecidos para el control, permitiendo detectar una desviación en un punto crítico y tomar acciones correctivas inmediatas (SSA, 1993).

Los factores que requieren de una vigilancia y control extremo en un establecimiento que manufacture alimentos son (SSA, 1993):

1.- La higiene personal:

- Cualquier persona que se encuentre en contacto con los productos debe someterse a un examen médico con una periodicidad de un año como mínimo, para evitar que personas con enfermedades contagiosas laboren en contacto directo con los productos.
- Portar ropa limpia y adecuada (incluyendo calzado).
- Lavarse las manos y sanearlas antes de iniciar el trabajo, después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento cuando las manos puedan estar sucias o contaminadas.
- Mantener la uñas cortas, limpias y libres de pintura.
- Utilizar cubre-boca (obligatorio) y evitar estornudar y/o toser sobre el producto.
- No tener chicles, dulces u otro objeto en la boca durante el trabajo, ya que estos pueden caer al producto.
- Usar protección que cubra totalmente cabello (cofia), barba y bigotes.
- Evitar la utilización de joyas, adornos, broches, relojes, pulseras o cualquier otro material que pueda contaminar el producto durante su elaboración.
- Cubrir cualquier herida con material impermeable, antes de entrar al área

2.- En el área de trabajo:

- Evitar equipo mal almacenado, desperdicios y chatarra, basura, polvo, drenaje inadecuado, que ocasione la proliferación de microorganismos patógenos y plagas en general.
- Contar con ventilación adecuada que evite el calor excesivo, la condensación del vapor, humedad y para eliminar el aire contaminado.

→ Las tuberías, conductos, entre otros, deben tener acceso para su limpieza y no deben estar libres encima de tanques y áreas de trabajo donde el proceso esté expuesto pues constituye riesgo de condensación y acumulación de polvo que contamina los productos.

La tecnología de elaboración de bebidas no alcohólicas, es un tema de discusión actual que busca alcanzar el mejor aprovechamiento tanto de bienestar, como nutricional y de salud, es por esto que falta enriquecer las bebidas saborizadas con vitaminas, aminoácidos y otros elementos esenciales, de esta forma se estará contribuyendo a necesidades específicas que otras bebidas comerciales no ofrecen.

9. BIBLIOGRAFÍA

APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20.^a ed. American Public Health Association. Washington, D.C.

American Water Works Association. 1999. Water quality and treatment. A handbook of Community Water Supplies. Mc Graw-Hill, Inc., 5th Edition. U.S.A.

Arboleda, J. 2000a. "Teoría y práctica de la purificación del agua." Tomo 1. McGraw-Hill Interamericana, S.A. de C.V. 3^a Edición. Colombia.

Arboleda, J. 2000b. "Teoría y práctica de la purificación del agua." Tomo 2. McGraw-Hill Interamericana, S.A. de C.V. 3^a Edición. Colombia.

Armario, P. et al. 2008. Evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial en España. Documento de consenso. Med Clin. Barcelona, España.131:104–16.

Asoke, C. G. 2011. Lessons from cholera & *Vibrio cholerae*. Indian J Med Res. 133(2): 164–170.

Bablon, G., et al. 1991. Practical Application of Ozone: Principles and Case Studies. Ozone in Water Treatment Application and Engineering. AWWARF.

Badui, D. S. 1999. Química de los Alimentos. 3^a ed. México: Addison Wesley de México. 648 p.

Barket Ingredients INC. 2005. The advantage of using Barket malic acid with high intensity sweeteners in beverages. URL disponible en: http://www.barket.ca/fumaric_acid.html

Bartram J. y Ballance R. 1996. Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. Publicado por E & FN Spon, Londres (Reino Unido), en nombre de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Borrego F. 2000. Edulcorantes de alta intensidad en bebidas refrescantes. Zoster, S.A. (Grupo Ferrer Internacional, S.A.). Madrid, España.

Burrows, W. 1984. Tratado de Microbiología. 21ª ed. Editorial Interamericana. México.

Carvajal A. C. y Oletta J.F. 2011. Cólera. Una amenaza para el Continente. Noticia Epidemiológica N º25.

Cheremisinoff, P.N. 1995. Handbook of wáter and waste water treatment technology. Editorial Dekker. Inglaterra.

Clarke, T. 2009. Embotellados. El turbio negocio del agua embotellada y la lucha por la defensa del agua., editorial Itaca, México.

COMDA (Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al Agua). 2009. Agua para todas y todos. Carpeta de experiencias y luchas por el agua en México. Ed. Impretei. México, D.F.

Comisión del Códex Alimentarius, 2001. Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas (distintas de las aguas minerales naturales). Roma (Italia), Organización para la Agricultura y la Alimentación de las

Naciones Unidas y Organización Mundial de la Salud (CAC/RCP 48). Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/392/CXP_048s.pdf.

CONAGUA. 2008. Realiza junto con el Conacyt encuentro académico sobre el tema y El alto consumo de agua embotellada, por falta de información. Sociedad y Justicia, viernes 25 de abril.

Cortés, R. M.; Chiralt, B. A. y Puente D. L. 2005. Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro. Revista Universidad de Antioquia, Colombia. Vitae 12:5-14.

Davison, A. et al., 2004: Water safety plans. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra (Suiza).

Dhiman, B. y Greenough III, W.B. 1992. Current Topics in Infectious Disease: Cholera. Plenum Medical Box Company. New York. 315-338 p.

DS Waters of America, Inc. 2012. Informe de Calidad del agua. Disponible en <http://www.water.com>.

Dufour A. et al. 2003. Assessing microbial safety of drinking water: Improving approaches and methods. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico/Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra, Suiza.

Durán, C. R. y Valenzuela, B. A. 2010. La experiencia japonesa con los alimentos FOSHU ¿Los verdaderos alimentos funcionales?. Revista Chilena de Nutrición 37:224-233.

Edberg, S. C.; Rice, E. W.; Karlin, R. J. y Allen, M. J. 2000. Escherichia coli: the Best Biological Drinking Water Indicator for Public Health Protection. Journal of Applied Microbiology. 88, pp.

Emoto, M. 2003. "Mensajes del Agua: La belleza oculta del agua" 2ª Edición. Ed. La liebre de marzo. Barcelona, España.

Euromonitor Internacional. 2012. Extracto de Fruta del Monje ¿El fin de la Stevia? Revista Énfasis Alimentación. N°8. México.

FAO/OMS, 2003. Caracterización de peligros de patógenos en los alimentos y el agua: directrices. Ginebra (Suiza), Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas/Organización Mundial de la Salud (serie Evaluación de riesgos microbiológicos, N°3).

Disponible en: <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/en/spanish.pdf>.

FAO/WHO. 2001. Food Standard. Normas oficiales del CODEX alimentarius. No. 227. Normas generales para las aguas potables embotelladas/envasadas (distintas de las aguas minerales).

Feachem, R. G., Bradley, D. J., Garelick, H y Mara, D. D. 1983. Sanitation and Disease Health Aspects of Excreta and Wastewater Management Chichester, John Wiley and Sons. 297-325 pp

Fernández, E. E. 1981. Microbiología sanitaria agua y alimentos. Vol. I. 1ª Edición. Universidad de Guadalajara. México. pp. 209 – 305.

Ferrer, C. 2001. Bottled water: understanding a social phenomenon. World Wildlife Fund. Washington, DC, U.S.A.

Food and Drug Administration (FDA). 1998. Acceptable Daily Intake. Department of Health and Humans Services Washington, D.C. U.S.A.

Frank, P. 2005. Candie's schoking flavor sensation. [17-Enero-2005] URL disponible en: <http://www.foodproductdesign.com>

Fujioka. R. S. y Yonoyama, B. S. 2001. Assessing the Vulnerability of Groundwater Sources to Fecal Contamination. Journal of the American Water Works Association, agosto, pp. 62-71

Garduño. P. H. 2012. Endulzando con Polioles. Características y aplicaciones. Revista Énfasis Alimentación. N°8. Roquette. México .

Gerber Pure Water. 2008. Informe del Análisis del Agua. Sociedad de Productos Nestlé S.A., Vevey, Switzerland.

Giono, S.C., Escobar A. G., Valdespino, J.L.G., 1983. Manual de Diagnostico de Laboratorio de Infecciones Gastrointestinales. Publicaciones Técnicas del INDRE No. 22. México. 1-29 p.

Giraldo, F. B. 2004. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, Perú.

Glacéau Smartwater®. 2008. Informe de Agua Embotellado como requerido por SB de California 220. Whitestone, NY. U.S.A.

Gleyck, P. H. 1993. *Water in crisis: a guide to the World's freshwater resources*. Oxford University Press. Hombre, Ciencia y tecnología. Editorial BRITANICA. New York.

Gorinstein, D. 2012. Agua con valor agregado. Comercialización. Innovación en Bebidas. Revista Énfasis Alimentación. N°8. México.

Hernández, M. A. 2007. Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1, 107.

House, S.F. y Reed, R.A. 1997. Emergency water sources: Guidelines for selection and treatment. Water, Engineering and Development Centre. Loughborough (UK).

INEGI. 2009. Encuesta Industrial Mensual, 2001 – 2008. México, D.F.

INEGI. 2009. Estadísticas a propósito del día mundial del agua. México D.F.

IPCS, 2000. Disinfectants and disinfectant by-products. Organización Mundial de la Salud, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (Criterios de Salud Ambiental, n.º 216). Ginebra, Suiza.

Jawetz, E., Melnick, J.L. y Adelberg, E.A. 1992. Manual de Microbiología Médica. 14ª ed. Editorial Manual Moderno. México.

Jenner, M. et al. 1982. Process for the preparation of 4, 1', 6'-trideoxygalactosucrose. Patent N°4,362,869. U.S.A.

Joklik, W.F., Willett, H.P. y Amos, B. 1992. Microbiología. Ed. Panamericana. México.

Katzenelson, E., et al. 1974. Inactivation Kinetics of Viruses and Bacteria in Water by Use of Ozone. J. AWWA. 66:725-729

Kinman, R.N. 1975. Water and Wastewater Disinfection with Ozone: A Critical Review. Crit. Rev. Environ. Contr. 5:141-152.

La sucralosa. 2005. En: Alimentación sana [24-Enero-2005] URL disponible en: <http://www.alimentación-sana.com.ar/informaciones/novedades/sucralosa.htm>

Lavoie, M.C. 1983. Identification of Strains Isolated as Total and Fecal Coliforms and Comparison of Both Groups as Indicators of Fecal Pollution in Tropical Climates. Canada Journal of Microbiology. 29: 689-693.

Martínez, F., Peris, P., Reyes, R., Guañabens, N. 2008. Aporte de calcio, magnesio y sodio a través del agua embotellada y de las aguas de consumo público: implicaciones para la salud. Med Clin. Barcelona, España. 131:641–6.

McKee, J.E. y Wolf, H.W. 1963. Water Quality Criteria, California Sta Water Quality Control Board, 2^a ed.

Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B. 1991. Sensory evaluation techniques. Second edition. CRC Press. E.U.A.

Metcalf, E. L. y Eddy, H.P. 1996a. Ingeniería Sanitaria. Vol. 1, Editorial Labor. México.

Metcalf, E. L. y Eddy, H.P. 1996b. Ingeniería Sanitaria. Vol. 1, Editorial Labor. México.

Moe, C. L.; Sobsey, M. D.; Samsa, G. P. y Mesolo, V. 1991. Bacterial Indicators of Risk of Diarrhoeal Disease from Drinking-Water in the Philippines. Bulletin of the World Health Organization 69:3, pp. 305-31

Morgan, D. New acidulant offers a mellow option. En: Prepared Foods. Noviembre 2003. p.71

NMX-AA-008-SCFI-2011. Análisis de agua - Determinación del pH - Método de prueba-(Cancela a la NMX-AA-008-SCFI-2000).

NMX-AA-093-SCFI-2000. Análisis de agua - Determinación de la conductividad electrolítica - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-093-1984).

NMX-AA-072-SCFI-2001. Análisis de agua - determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-072-1981).

NMX-AA-036-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-036-1980).

NOM-218-SSA1-2011. Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba.

Nutrasweet. 2005. Neotame: A scientific overview. [14-Ene-2005] URL disponible en: <http://www.neotame.com>

Nutrasweet. 2005. Neotame and flavor enhancement [14-Ene-2005] URL disponible en: <http://www.neotame.com>

O'Donel, C. 2003. Ingredients in use: Acidifiers find functions. En Prepared Foods. p. 95-97.

O'Mahony, M. 1992. Understanding discrimination tests: a user-friendly treatment of response bias, rating and ranking R-index tests and their relationship to signal detection. Journal of Sensory Studies. 7:1-47.

O'Mahony, M. 2011. Notas del curso de revisión y actualización de la metodología sensorial. Universidad de California, Davis. E.A.U. (UAM-Iztapalapa).

OMS. 1992. Guidelines for Drinking Water Quality. Vol. 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Pathogenic Agents. Ginebra.

Perea, E. J. 1992. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Ed. DOYMA. España.

Perry, R. H. 1992. Manual del Ingeniero Químico. Mc Graw Hill. México.

Resendiz, R. G. 2004. Más allá del H₂O, alternativas y propósitos. IPNCIECAS. Vol. 4. México.

Rivera, I. N.; Chun, J.; Huq, A.; Sack, R. B. y Colwell, R. R. 2001. Genotypes Associated with Virulence in Environmental Isolates of *Vibrio cholerae*. *Applied and Environmental Microbiology*. pp. 2421-2429

Roemer, A. 1997. *Derecho y Economía: Políticas públicas del agua*. México: Centro de Investigación y Docencia Económicas, Sociedad Mexicana de Geografía, Miguel Ángel Porrúa.

Rosas, O. y Gonzalo, F. 2009. "Coca-Cola FEMSA contra México y América Latina", en Tony Clarke, *Embotellados, el turbio negocio del agua embotellada y la lucha por la defensa del agua*, Ítaca, México.

SAS, 2000. SAS Institute Inc. 1995. *SAS/STAT Users guide, version 6 fifth edition*, volume 1 and 2. SAS Institute, Inc. Cary, N.C.

Schets, F.M., Nobel, P.J., Strating, S., Mooijman, K.A., Engels, G.B. y Brouwer, A. 2002. Drinking Water. Directive reference methods for enumeration of total coliforms and *Escherichia coli* compared with alternative methods. *Lett. Appl. Microbiol.* 34:227–231

Sedó, M. P. 2001. Alimentos funcionales: análisis general acerca de las características químico-nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. *Rev. Costarric. Salud Pública* 10:18-19.

Schoppen, S., Pérez, G., Carbajal, A., Sánchez M., Gomez, G. et al. 2004. A sodium-rich carbonated mineral water reduces cardiovascular risk in postmenopausal women. *J Nutr.* 134:1058–63.

Schoppen, S., Perez, G., Carbajal, A., Sarria, B., Navas, C., Vaquero, M.P. 2008. Sodium-bicarbonated mineral water decreases aldosterone levels without affecting urinary excretion of bone minerals. *Int J Food Sci Nutr.* 59:347–55.

Silva, J., Ramirez, L., Alfieri, A. et al. 2004. Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. Rev. Soc. Ven. Microbiol. Vol.24, no.1-2, p.46-49. ISSN 1315-2556.

Sortwell, D. Woo A. 1996. Improving the flavor of fruit products with acidulants. México: NutriQuim & Bartek Ingredients; [Expotecnoalimentaria' 96; Marzo 28].

Strauss, S. 1995. The perfect sweetener? En: Technology Review. Vol. 98, p. 18-20.

Tay, Z.J., Aguilera, L.R., Quiroz, G.M. y Castrejón, V.O. 1991. Parasitología Médica. Ed. Francisco Méndez Cervantes. México.

Thompson, T. et al., 2004: Chemical safety of drinking-water: Assessing priorities for risk management. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra (Suiza).

Van Der Heidjen, A. 1995. Sweetness: The biological, behavioral and social aspects. ILSI Europe. Belgica. 23 p.

Venieri, D., Vantarakis, A., Komninou, G. y Papapetropoulou, M. 2006. Microbiological evaluation of bottled non-carbonated ("still") water from domestic brands in Greece, International Journal of Food Microbiology.

Zarzuelo, S. 2006. Sal en la dieta en la era de los antihipertensivos. Med Clin. Barcelona, España. 127:673-5.

Otros medios electrónicos

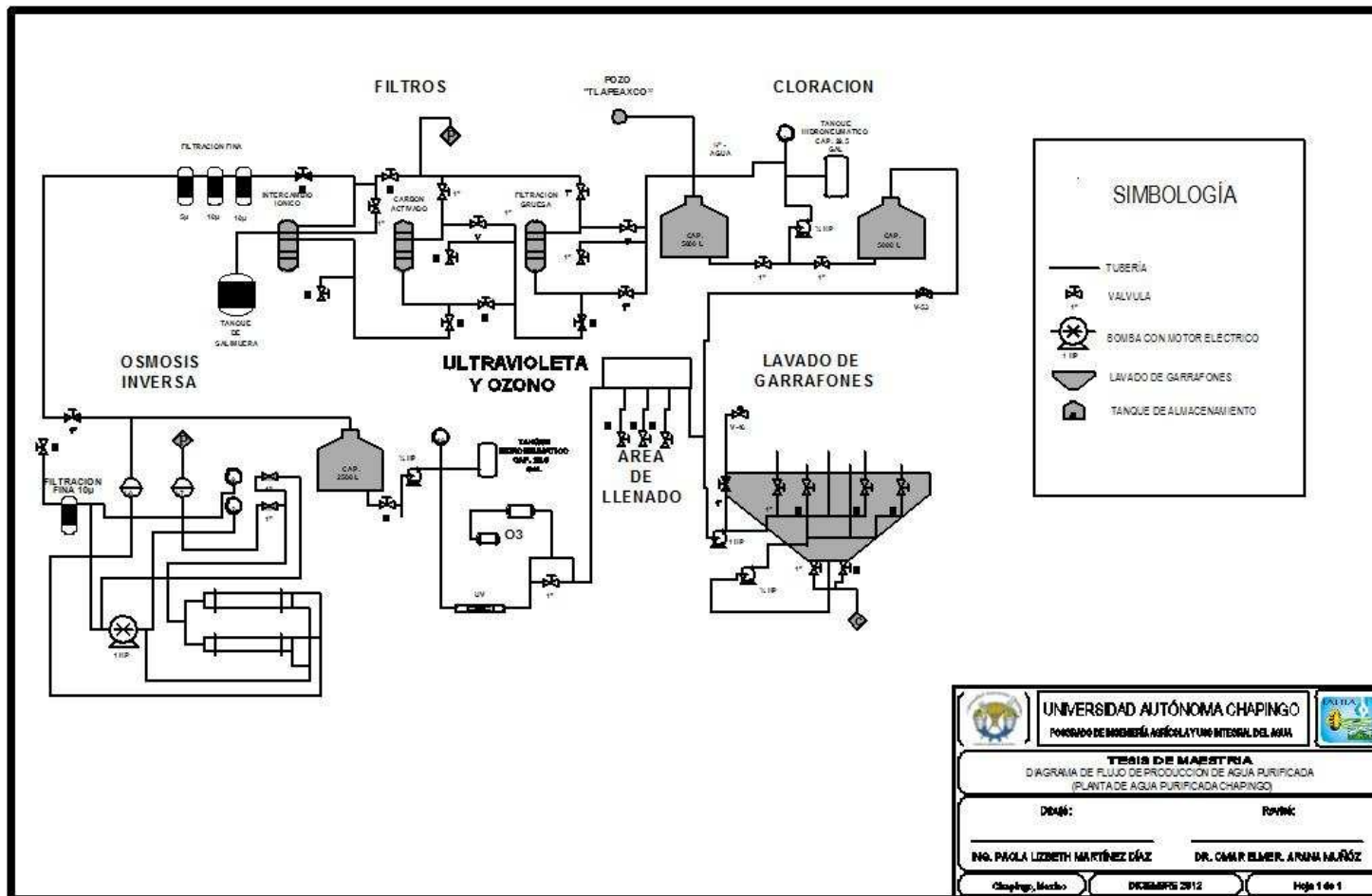
Comisión Nacional del Agua. 2005. <http://www.cna.gob.mx>

Secretaría de Salud. 2005. <http://www.salud.gob.mx>

<http://aguabiencomun.blogspot.com/2007/05/contra-de-la-privatizacin-del-servicio.html>

10. ANEXOS

ANEXO 1. Esquema del proceso de producción de agua purificada en la Planta de Agua Purificada Chapingo.



ANEXO 2. Determinación microbiológica de Coliformes Totales y Fecales.

N° muestra	Fecha muestreo	Tratamiento	Poblaciones bacterianas	
			Coliformes Totales NMP/100mL	Coliformes Fecales NMP/100mL
Muestreo 1	19 ENERO 2011	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable
Muestreo 2	13 MAYO 2011	0	4	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable
Muestreo 3	5 AGOSTO 2011	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable
Muestreo 4	23 AGOSTO 2011	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable

(Continuación) ANEXO 2. Determinación microbiológica de Coliformes Totales y Fecales.

Muestreo 5	22 OCTUBRE 2011	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable
Muestreo 6	25 OCTUBRE 2011	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable
Muestreo 7	28 OCTUBRE 2011	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable
Muestreo 8	15 DICIEMBRE 2011	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable

(Continuación) ANEXO 2. Determinación microbiológica de Coliformes Totales y Fecales.

Muestreo 9	19 ENERO 2012	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable
Muestreo 10	21 ENERO 2012	0	2	No detectable
		1	No detectable	No detectable
		2	No detectable	No detectable
		3	No detectable	No detectable
		4	No detectable	No detectable
		5	No detectable	No detectable
		6	No detectable	No detectable
		7	No detectable	No detectable
		8	No detectable	No detectable

ANEXO 3. Valores del Índice R, expresados en porcentaje.

α (una cola)	0.05	0.025	α (una cola)	0.05	0.025
α (dos colas)	0.1	0.05	α (dos colas)	0.1	0.05
n	%	%	n	%	%
5	31.76	35	29	14.84	17.37
6	29.63	32.96	30	14.61	17.1
7	27.87	31.24	31	14.38	16.85
8	26.4	39.76	32	14.17	16.6
9	25.14	28.48	33	13.96	16.37
10	24.04	27.35	34	13.76	16.15
11	23.03	26.34	35	13.57	15.93
12	22.22	25.44	36	13.39	15.72
13	21.45	24.62	37	13.22	15.53
14	20.75	23.88	38	13.05	15.33
15	20.75	23.2	39	12.89	15.15
16	20.12	22.58	40	12.74	14.97
17	19.55	22	45	12.03	14.17
18	19.02	21.47	50	11.44	13.48
19	18.53	20.97	55	10.92	12.89
20	18.07	20.5	60	10.47	12.36
21	17.65	20.07	65	10.07	11.9
22	17.26	19.66	70	9.71	11.48
23	16.89	19.28	75	9.39	11.11
24	16.22	18.92	80	9.1	10.77
25	15.91	18.57	85	8.83	10.46
26	15.62	18.25	90	8.59	10.17
27	15.35	17.94	95	8.36	9.91
28	15.09	17.65	100	8.16	9.66

ANEXO 4. Prueba de Preferencia por Ordenamiento Usando el Índice R.



Prueba Sensorial

Departamento: _____

Ocupación: _____

Edad: _____

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: _____

Instrucciones

Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Puede volver a probar las muestras cuando termine de probar todas.

Ordene las muestras de la más preferida a la menos preferida usando los siguientes números:

1= más preferida, 4= menos preferida.

No se permiten empates.

Muestras en charola	Ordene las muestras (de 1 a 4)
_____ _____ _____ _____	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____

COMENTARIOS.

MUCHAS GRACIAS!!!

ANEXO 5. Prueba de Aceptabilidad.



Prueba Sensorial

Departamento: _____

Ocupación: _____

Edad: _____

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: _____

Pruebe el producto que se presenta a continuación.

Por favor marque con una X, sobre la carita que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.

Muestra _____

			
Me gusta muchísimo	Me gusta bastante	Me gusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta
			
Me disgusta ligeramente	Me disgusta bastante	Me disgusta muchísimo	

COMENTARIOS.

MUCHAS GRACIAS!!!