

**Universidad de Matanzas**  
**Facultad de Ciencias Técnicas**  
**Departamento de Química e Ingeniería Química**



**Trabajo para optar por el título de:**  
**Ingeniero Químico.**

**Título: “Obtención de Agua Alcalina para producción del Sirope Juventi en UEB Biopropósito España Republicana (Labiofam).”**

**Autor: Rafael Yadil Carnet Castillo.**

**Tutore: Ing. Juventino Herrera Pérez.**

**Matanzas, 2019**



## **PENSAMIENTO**

“La ciencia, muchacho, está hecha de errores, pero de errores útiles de cometer, pues poco a poco conducen a la verdad.”

Julio Verne





## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico con mucho amor y afecto a quienes han estado a mi lado durante todo este tiempo, en especial a toda mi familia quienes me han brindado su apoyo incondicional y paciencia toda la vida y sobre todo, a mi mamá que soñaba con este momento y yo en poder hacerla feliz.

## **Declaración de autoridad**

Yo, Rafael Yadil Carnet Castillo, me declaro como único autor de este trabajo de diploma titulado “Obtención de Agua Alcalina para producción del Sirope Juventi en UEB Biopropósito España Republicana (Labiofam)”, realizado en la Universidad de Matanzas, sede “Camilo Cienfuegos” como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Químico y autorizo su uso por dicha institución para los fines que estime pertinente.

---

Firma

## AGRADECIMIENTOS

- Este trabajo de diploma ha sido posible gracias al apoyo de muchas personas, pero especialmente es fruto del sacrificio de toda mi familia. A todas las personas que de una forma, u otra han tenido que ver con este trabajo mis más sincera gratitud.
- A mi mamá por siempre estar a mi lado y ser mi fuerza, mi guía en los momentos más difíciles, por siempre creer en mí y ser su orgullo. Por eso sabe que este título es de ella, porque todo lo que he logrado es para hacerla sentir orgullosa de mi.
- A mi papá, por ayudarme en todo y siempre estar ahí para mí, además de ser el sostén y la fuerza de nuestra familia y por dármele todo con una sola condición, que estudiara y me hiciera un hombre de bien.
- A mi hermana, que es la alegría de la casa y a la que siempre trato de marcarle el camino para que un futuro no muy lejano ella sea la que se convierta en toda una profesional y poner su título junto al mío.
- A mi mami y mi mima, por malcriarme y por quererme tanto, aunque una esté en el cielo se cuán feliz estará este día viéndome desde arriba y mi mima que lo es todo en la familia desde el pi hasta el pa.
- A mi abuelo Carnet que ya no está con nosotros, pero hoy brincaría de felicidad porque seré ingeniero como él.
- A mis tíos y tías: Miguel Ángel, Vicente, Mariela, Ildeliza, Clara y Amauri por siempre apoyarme y preocuparse por mí y mis estudios.
- A mi novia, por siempre estar a mi lado, apoyándome y dándome fuerzas cuando ya casi no las tenía.
- A mi tutor Juventino, por brindarme su ayuda, su tiempo, sabiduría y apoyo incondicional siempre que lo necesité.
- A mis compañeros de cuarto y a mi amiga del alma Lorena, que durante estos largos 5 años hemos luchado juntos por convertirnos en ingenieros, solo nosotros sabemos lo que se pasa para poder lograrlo y cuánto hay que sacrificarse y sufrir para obtenerlo.
- A todos los trabajadores de la UEB Biopropósito de España Republicana por su tiempo y dedicación durante todo el proceso investigativo.

- En sentido general a todas las personas que de una forma u otra han tenido que ver en mi formación y desarrollo como estudiante y como persona ya que gracias a ellas he podido realizar este trabajo y cumplir mi sueño que es ser Ingeniero Químico.

Muchísimas gracias

## **Resumen**

En la presente investigación se realiza un estudio sobre la influencia del agua en la producción de Sirope Juventi en la UEB Biopropósito de España Republicana, así como lo requerido para obtener agua alcalina o liviana e introducirla en dicho proceso tecnológico. Se caracteriza el agua utilizada de acuerdo con sus principales propiedades química (pH, color, sabor) para determinar así la calidad de la misma. Determinadas estas características se propone mejorar la calidad de las aguas utilizadas en la elaboración del sirope modificando su pH tendiendo siempre a la alcalinidad debido a la gran cantidad de beneficios que aportan estas aguas para la Salud Humana. Posteriormente se determina una Ruta Tecnológica para obtener dicha agua liviana o alcalina por electrólisis. Se caracteriza y se le realiza un estudio en cuanto a equipamiento requerido, capacidades actuales y futuras que permitan su utilización en el sirope u ofrecerla para su consumo directo. Obtenido el sirope se evalúan sus características y se le realiza una comparación con el anterior producto.

## **Abstract**

In the present investigation it is realized a study about the water's influence in the "Juvent Sirope" at the biopurpose UEB in Republican Spain, and also the necessary to obtain alkaline or light water and introduce it in that technological process. It characterizes the used water taken into account its principal chemical properties (pH, color, flavor) to determine its quality. When are determined those characteristics it is proposed to improve the quality of waters used in the elaboration of the sirope modifying its pH, always attending to the alkalinity because of the benefits of this water for human health. Subsequently it is determined a technological note to obtain the alkaline or light water through electrolyses. Obtained the water it is characterized and realized a study about requisite equipment present and future capacities that permit its use in the sirope or offer it for its direct consumption. Obtained the sirope are evaluated its direct consumption. Obtained the sirope are evaluated its characteristics and it's made a comparison with the previous product.

## Índice

Introducción .....	1
Capítulo 1: Análisis Bibliográfico .....	4
1.1. Agua.....	4
1.1.1-Generalidades .....	4
1.1.2. Definición .....	5
1.1.3. Clasificación de las aguas. ....	5
1.1.3.1 Las aguas pueden ser: .....	6
1.1.3.2 Según la cantidad y tipos de sales minerales se clasifican en: .....	6
1.1.3.3 Según sus usos: .....	6
1.1.3.4 Según su pH las aguas pueden ser:.....	6
1.1.3.5 ¿Cómo determinar el pH? .....	7
1.1.4. Calidad del agua.....	8
1.1.5. Principales características físicas y químicas del agua. ....	9
1.1.5.1. Color.....	9
1.1.5.2. Olor y sabor .....	9
1.1.5.3. Conductividad.....	9
1.1.5.4. Turbidez .....	9
1.1.5.5. Alcalinidad .....	9
1.1.5.6. Acidez.....	10
1.1.6 La importancia del agua para consumo doméstico. ....	10
1.2. Agua alcalina .....	11
1.2.1. Antecedentes .....	11
1.2.2. Definición.....	12
1.2.3. Características Fisicoquímicas .....	12

1.2.4. Propiedades del agua alcalina .....	12
1.2.5. Fabricación del agua alcalina. Electrólisis. ....	13
1.2.5.1 Generalidades .....	13
1.2.5.2 Usos del agua electrolizada .....	14
1.2.6El Agua Alcalina en la salud .....	15
1.3 Siropes.....	17
1.3.1 Generalidades .....	17
1.3.2Tipos de siropes. ....	19
1.3.3 Calidad del sirope.....	20
Capítulo II: Materiales y métodos .....	22
2.1- Esquema metodológico de la investigación .....	22
2.2-Definición y evaluación del problema primitivo .....	24
2.3- Desarrollo del caso base. ....	24
2.4- Proceso tecnológico. Breve descripción. ....	25
2.4.1 Producto. ....	25
2.4.2 Especificaciones de calidad. ....	25
2.4.3 Breve descripción del proceso tecnológico. ....	25
2.4.4-Calidad de la materia prima. ....	28
2.4.4.1 Jarabe fructuosa refinado.....	28
2.4.4.2-Azúcar Refino “B”.....	28
2.4.4.3- Ácido cítrico – Anhidro o monohidratado –grado alimenticio (NC-277).....	28
2.4.4.4- Esencias: de bases alcohólicas antes de su fecha de vencimientos índice de refracción y densidad (NC- 277).....	28
2.4.4.5-Colores.....	28
2.4.5 Requisitos de calidad del producto terminado (Sirope Juventi).....	29

2.4.5.1 Características e índices de calidad.....	29
2.5 Balance de materiales.....	29
2.6 Balance de energía.....	31
2.7 Diseño experimental.....	34
2.7.1 Obtención de agua alcalina por electrólisis.....	34
2.7.1.2 Materiales para la electrólisis.....	34
2.7.1.3 Procedimiento.....	35
2.7.1.4 Dimensiones y Capacidades.....	35
2.7.2 Obtención de Sirope Juventi.....	35
2.7.2.1 Materias Primas para obtener 1L de sirope.....	36
2.8 Diseño y aplicación de la encuesta.....	36
Capítulo III: Análisis de resultados.....	38
3.1 Encuesta.....	38
3.1.1 Encuesta Inicial (Anexo #6).....	38
3.2 Balance de materiales.....	41
3.3 Balance de energía.....	42
<b>3.4 Electrólisis (Anexo 5).....</b>	<b>43</b>
3.5 Sirope Producido con agua alcalina electrolizada.....	45
3.5.1 Parámetros de calidad.....	45
3.6 Sirope Rehidratado.....	46
3.7 Ventajas y desventajas del nuevo sirope elaborado con agua alcalina respecto al Juventi.....	47
3.7.1 Desventajas.....	47
3.7.2 Ventajas.....	47
3.8 Encuesta final.....	47

3.9 Análisis económico.....	51
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	54
Bibliografía.....	55
Anexos .....	60

## **Introducción**

El agua cubre gran parte de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos, los glaciares, casquetes polares, depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost así como lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Se considera que el agua es el disolvente universal, según Teijón y Garrido, (2006) esta propiedad está relacionada con su estructura molecular, que le permite disolver con facilidad compuestos iónicos y compuestos polares y solubilizar otros de carácter lipídico. Esta característica distintiva le confiere al agua una gran importancia, ya que puede tener diversas aplicaciones; sin olvidar que es un elemento esencial para el mantenimiento de la vida en el planeta. Siempre encontraremos en la composición química del agua natural diversos minerales y materias orgánicas disueltos según su procedencia, esto es de una fuente de agua superficial o subterránea, confiriéndole diversas características organolépticas, físico-químicas y bioquímicas. Siempre encontraremos que las sales presentes están en equilibrio químico, que depende de factores como el pH, la temperatura, la concentración de sales y las especies químicas. Cuando se modifica alguna característica del agua, retirándosele o adicionándosele alguna especie química o variando su temperatura, pH u otro elemento, el agua tenderá a llegar a una nueva condición de equilibrio y se obtendrá, finalmente, un tipo y una concentración de sales que no necesariamente corresponderán a las deseadas cuando se hizo la modificación. La mayor parte de las industrias utiliza agua en los procesos industriales o para los servicios de la planta, tales como procesos de limpieza y refrigeración, entre otros (Cortijo, 2013).

La importancia del agua, para Voet y Pratt (2008) radica en que es el medio en el que ocurre la mayoría de las reacciones bioquímicas, dado que los reactivos y productos de las reacciones metabólicas, los nutrientes y los productos de desecho dependen del agua para transportarse dentro de las células y entre ellas. Por otro lado, las aplicaciones del agua en la industria son numerosas, dada su economía y disponibilidad relativa.

Se utiliza como fluido refrigerante, para la producción de vapor, como disolvente, vehículo de arrastre y como materia prima sujeta a transformación química (Vian, 2006).

La calidad de las materias primas es esencial para obtener un producto de alta calidad, de ahí la importancia de utilizar un agua (alcalina o liviana) con mejores propiedades en la elaboración de sirope. Esta pequeña mejora reportaría mayores posibilidades de comercialización, por lo que merita iniciar trabajos en este sentido.

Este proyecto surge a través del análisis de diferentes artículos médicos en especial uno donde según Batmangheidj (2009) se presentan las bondades del agua alcalina o liviana como también la llaman, dicho artículo fue mostrado a diferentes especialistas en medicina y todos coinciden en la importancia que aporta para la salud humana el consumo de esta agua. Principalmente este trabajo va destinado a la UEB de España Republicana en sus pretensiones productivas y forma parte de un proyecto mayor; debido a la gran significación del tema y al nivel creciente que se le está dando en el mundo a dicha temática, de ahí la necesidad de realizar este trabajo investigativo para Batmangheidj (2009), la mayoría de las enfermedades, especialmente las degenerativas son causadas por la deshidratación del organismo ante la carencia crónica de agua.

Con el paso de los años la industria ha desarrollado sus técnicas de producción de Sirope Juventi con el propósito de obtener un producto final de mayor calidad. Por lo que cada esfuerzo llevado a cabo para el desarrollo y perfeccionamiento de este proceso tecnológico es bien visto. La mejora en las propiedades del agua a utilizar como materia prima puede llegar a causar tanto beneficios económicos, materiales, como para la salud.

Por todo lo antes planteado se pudo definir como **problema científico** a solucionar en esta investigación:

¿Cómo se podrá mejorar la calidad de la producción de Sirope Juventi en la UEB Biopropósito de España Republicana?

Para dar solución al problema de la investigación se plantea la **hipótesis** siguiente:

A través del uso de agua alcalina electrolizada (ERW) en el proceso de producción del Sirope Juventi se podrá mejorar la calidad del mismo.

**Objetivo general:**

Obtener agua alcalina electrolizada (ERW) para producir Sirope Juventi.

**Objetivos específicos:**

- Definir las etapas del proceso tecnológico para la obtención de Sirope Juventi.
- Estudiar el comportamiento de los diferentes parámetros del sirope.
- Realizar los balances de masa y energía para conocer los flujos que intervienen en el proceso.
- Comparar la calidad del producto obtenido con agua alcalina con el ya existente en la industria.
- Realizar un análisis del nuevo producto obtenido.

## **Capítulo 1: Análisis Bibliográfico**

Este capítulo recoge la fundamentación teórica de los elementos abordados en la investigación en curso. La selección de los aspectos analizados está enfocada a satisfacer el objetivo principal del proyecto y a garantizar la adecuada ejecución del mismo. La búsqueda bibliográfica se realiza en: bibliotecas científico- técnicas, en las diferentes bases de datos disponibles en internet mediante el uso de los buscadores existentes, así como en la Web de la Universidad de Matanzas.

### **1.1. Agua**

#### **1.1.1-Generalidades**

El agua es considerada como uno de los recursos naturales fundamentales para el desarrollo de la vida, y junto con el aire, la tierra y la energía, constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo. Como hemos comentado, es el compuesto más abundante, cubriendo las tres cuartas partes de la superficie terrestre, es fuente de vida, constituye un 70% de nuestro peso corporal y la necesitamos, para lubricar los ojos, para desintoxicar nuestros cuerpos y mantener constante su temperatura. Por eso, aunque un ser humano puede vivir por varios días sin comer no podría sin beber agua.

El agua es el principal componente del cuerpo humano. El ser humano obtiene agua de tres fuentes principales: el agua que bebemos (70-80%), la que es parte de los alimentos que comemos (20-30%) y la que producimos como resultado de la oxidación de los macronutrientes –proteínas, azúcares y grasas– (250-350 ml). (EFSA 2010).

Es esencial para los procesos fisiológicos de la digestión, absorción y eliminación de desechos metabólicos no digeribles, y también para la estructura y función del aparato circulatorio. Actúa como medio de transporte de nutrientes y todas las sustancias corporales, y tiene acción directa en el mantenimiento de la temperatura corporal. El cuerpo humano tiene un 75% de agua al nacer y cerca del 60% en la edad adulta. Aproximadamente el 60% de esta agua se encuentra en el interior de las células (agua intracelular), el resto (agua extracelular) circula en la sangre y

baña los tejidos. El agua bebida, junto con la contenida en los alimentos, ha de garantizar nuestra correcta hidratación a cualquier edad o circunstancia vital (Jéquier y Constant ,2009). En consecuencia, es muy importante asegurar el aporte en cantidad y calidad adecuadas, especialmente cuando conocemos la influencia que el grado de hidratación puede tener sobre la salud y el bienestar de las personas, tanto en lo que se refiere a los aspectos cognitivos, el rendimiento físico y la termorregulación.

El cuerpo humano no almacena el agua, por eso, la cantidad que perdemos cada día debe restituirse para garantizar el buen funcionamiento del organismo. Para cualquier persona sana, la sed es una guía adecuada para tomar agua, excepto para los bebés, los deportistas y la mayoría de las personas ancianas y enfermas. En estos casos, conviene programar momentos para ingerir agua ya que ante la gran demanda y los mecanismos fisiológicos que determinan la sed en estas situaciones pueden condicionar desequilibrios en el balance hídrico con importantes consecuencias para la salud o el rendimiento físico o intelectual. Nuestro organismo posee una serie de mecanismos que le permiten mantener constante el contenido de agua, mediante un ajuste entre los ingresos y las pérdidas. El balance hídrico viene determinado por la ingestión (agua de bebida, líquidos, agua contenida en los alimentos) y la eliminación (orina, heces, a través de la piel y de aire aspirado por los pulmones). La aceptabilidad de un tipo de agua para consumo humano en particular se relaciona con su color, sabor u olor.

### **1.1.2. Definición**

Un líquido incoloro, inodoro e insípido compuesto por hidrógeno y oxígeno (H<sub>2</sub>O); es el disolvente universal de otras sustancias, se solidifica por el frío y se evapora por acción del calor. Forma las lluvias, ríos, mares y lagos y es un líquido de gran importancia para la vida en nuestro planeta y abunda en la naturaleza

### **1.1.3. Clasificación de las aguas.**

La clasificación de las aguas puede verse desde varios puntos de vista: por su origen, uso, pH, composición etc. (Armijo y San Martin, 1994).

### **1.1.3.1 Las aguas pueden ser:**

- Purificada: Agua procesada a la que se le han eliminado las impurezas.
- Destilada: Agua que se ha sometido a un proceso de ebullición.
- Embotellada: Normalmente procede de un manantial y se la purifica por osmosis inversa.
- Ionizada o Alcalina: Agua que ha sido separada en sus fracciones alcalina y ácida usando electrólisis el agua alcalina tiene un pH de más de 7.

### **1.1.3.2 Según la cantidad y tipos de sales minerales se clasifican en:**

- Agua dura: son las que poseen gran cantidad de compuestos de calcio y magnesio y son las principales responsables de las incrustaciones
- Agua blanda: Su composición está dada por sales minerales de gran solubilidad.
- Agua Neutras: Compone su formación una alta concentración de sulfatos y cloruros que no alteran sensiblemente el valor del pH.
- Aguas Alcalinas: Son aquellas que tienen importantes cantidades de carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio y sodio, las que proporcionan al agua una reacción alcalina elevando el valor del pH por encima de la neutralidad.

### **1.1.3.3 Según sus usos:**

- Agua de bebida.
- Agua de limpieza.
- Agua de consumo doméstico.
- Agua de uso energético.
- Agua de uso agrícola.
- Agua de usos múltiples.

### **1.1.3.4 Según su pH las aguas pueden ser:**

- Agua ácida es cuando hay más iones de  $H^+$  que iones  $OH^-$  en el agua su pH menor que 7).
- Agua neutra es cuando las cantidades de iones  $OH^-$  e iones  $H^+$  son iguales y el pH es igual a 7 y la proporción dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno.
- Agua alcalina es cuando hay más iones  $OH^-$  que iones de  $H^+$ , por lo que tiene más átomos de oxígeno que la mitad de los átomos de hidrógeno.

El pH es una medida de la acidez o la alcalinidad de una sustancia y la escala va desde pH 0 a 14, el punto medio 7 que es donde hay un equilibrio entre la acidez y alcalinidad por lo que sería una solución neutra. La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. En consecuencia, se conoce muy bien la sensibilidad y la selectividad de las membranas de vidrio durante el pH.

#### **1.1.3.5 ¿Cómo determinar el pH?**

Para conocer el pH de una muestra se utiliza el medidor de pH (pH-metro) es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrógeno  $[H]^+$  presentes en determinadas disoluciones. (López, R. Ch, Kenneth, A.2013).

El pH de una disolución se puede medir también de manera aproximada empleando indicadores: ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea un papel indicador, que consiste en papel impregnado con una mezcla de indicadores cualitativos para la determinación del pH. El indicador más conocido es el papel de litmus o papel tornasol. Otros indicadores usuales son la fenolftaleína y el naranja de metilo.

#### **Tabla de pH**



#### 1.1.4. Calidad del agua

La calidad del agua depende principalmente del uso al que se le destine, así se acepta que el agua para uso doméstico debe cumplir con normas que garanticen su consumo (debe ser clara, agradable al gusto, no corrosiva, exenta de organismo que produzcan infección intestinal), es decir que el agua de consumo humano, así como el agua empleada como materia prima para la elaboración de otro producto debe tener una marcada calidad de acuerdo a las normas para su consumo.

La calidad del agua se determina comparando las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. Para ello, se mide la concentración de sus componentes y los efectos o propiedades causadas por la presencia de estas sustancias. El riesgo más grave para la salud humana relacionada con la calidad del agua de beber es el que derivada de la contaminación microbiológica, particularmente la fecal. Por lo que la protección de la salud exige que las fuentes de contaminación microbiológicas estén situadas lo bastante lejos de las fuentes de agua potable para eliminar o reducir el riesgo que representan (PNUMA, 2008; Foster et al, 2003).

Para especificar la calidad de agua debe hacerse primero una evaluación sensorial, ya que el sabor olor y color, pueden ser indicios de contaminación.

### **1.1.5. Principales características físicas y químicas del agua.**

#### **1.1.5.1. Color**

El color del agua viene dado por presencia de hierro, magnesio; o bien por el contacto del agua con desechos orgánicos ya sean hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición.

#### **1.1.5.2. Olor y sabor**

Los olores y sabores con frecuencia ocurren juntos y en general son indistinguibles. Muchas pueden ser las causas de olores y sabores en el agua entre las más comunes se encuentra materias orgánicas en solución, o desechos orgánicos.

#### **1.1.5.3. Conductividad**

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar corriente eléctrica.

#### **1.1.5.4. Turbidez**

La turbidez es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua.

#### **1.1.5.5. Alcalinidad**

Según (Cortijo 2013) alcalinidad del agua es la capacidad para neutralizar ácidos, para reaccionar con iones, hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas (OH). En las aguas naturales, esta propiedad se debe principalmente a la presencia de ciertas sales de ácidos débiles, los compuestos que más contribuyen a la alcalinidad son los bicarbonatos, puesto que se forman fácilmente por la acción del dióxido de carbono atmosférico sobre los materiales constitutivos de los suelos en presencia de agua; es decir que las aguas adquieren su alcalinidad por medio de la disolución de minerales básicos carbonatados, los que además aportan al medio sus cationes mayoritarios como:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  y  $\text{K}^{+}$ .

La determinación de la alcalinidad reviste suma importancia en los procesos de potabilización del agua, ya que la eficiencia del proceso de coagulación depende fuertemente de este parámetro; asimismo, en el antiguo proceso de ablandamiento químico del agua la medida de la alcalinidad es fundamental para determinar las cantidades necesarias de cal y carbonato de sodio para lograr la precipitación de las sales de calcio y magnesio también es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de la corrosión y evaluación de la capacidad tampón de un agua.

#### **1.1.5.6. Acidez**

La acidez del agua es la capacidad de neutralizar bases como su capacidad para reaccionar con iones, hidróxido, como su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas.

La determinación de la acidez es de gran importancia debido a las características corrosivas de las aguas ácidas, así como el costo que suponen las sustancias que producen corrosión.

#### **1.1.5.7. Dureza**

Como aguas duras se consideran aquellas que requieren grandes cantidades de jabón para generar espuma y producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calentadores, calderas y otras unidades en las cuales se incrementa la temperatura del agua.

### **1.1.6 La importancia del agua para consumo doméstico.**

El agua es posiblemente el recurso natural más importante en los hogares. Las Naciones Unidas han señalado como un derecho humano que cada persona tenga disponible veinte litros de agua limpia al día (UNDP, 2006).

Sin embargo, muchas comunidades alrededor del mundo no tienen acceso al agua potable, lo cual pudiera resultar en conflictos sociales, económicos y ambientales. Además, la falta de acceso al recurso hídrico ha resultado en capacidades reducidas que no contribuyen a la sostenibilidad. (Falkenmark, 1997) Por esta razón es importante conocer y entender la percepción y la disposición a

pagar de los residentes por proyectos que ayuden a mitigar la escasez de agua para consumo doméstico.

Entre los diferentes usos del agua para consumo doméstico se resaltan los siguientes:

- Agua para consumo.
- Agua para limpieza y salubridad.
- Agua para irrigación de jardines.
- Agua como insumo de huertos caseros.

## **1.2. Agua alcalina**

### **1.2.1. Antecedentes**

En la antigüedad los griegos usaban envases de cobre y latón con movimientos circulares para ionizar el agua. (AQUAGOLDEN, 2013).

Los primeros ionizadores de agua alcalina estaban disponibles en Japón para 1958. Estos ionizadores de fabricación japonesa fueron introducidos por primera vez a Corea en los años 70. En 1985, se introdujo en los Estados Unidos, donde pruebas de toxicidad fueron llevadas a cabo con éxito; demostrándose así que no había toxicidad alguna en el agua ionizada alcalina, generada por el ionizador de agua. (AQUAGOLDEN, 2013).

El uso del agua alcalina o también llamada microagua se extendió en el Japón a partir de 1990. El éxito inicial se debió a sus tremendas propiedades antioxidantes y con el paso del tiempo se pudo comprobar su efectividad en el mejoramiento gradual de la salud, se obtiene de un proceso sencillo denominado electrólisis, que consiste en introducir una corriente eléctrica directa en agua minerales naturales que contiene, serán atraídos al polo positivo si son alcalinos; mientras que los compuestos ácidos, llegarán al polo negativo. (Barona Wilson)

Las propiedades físico-químicas, biológicas y terapéuticas del agua alcalina fue incluida en la farmacopea japonesa desde 1965 para el tratamiento de problemas gastrointestinales, pero actualmente varios estudios han señalado que esta también

podría tener beneficios terapéuticos para enfermedades como el cáncer, la diabetes entre otros. (Henry y Chambron, 2013).

Exactamente esto es lo maravilloso del agua alcalina, pues cuando entra en el organismo su reducida estructura molecular le permite llegar muy rápido hasta los lugares más recónditos de los vasos capilares microscópicos que existen en nuestro cuerpo, ejerciendo una poderosa acción hidratante, limpiadora y restauradora.

### **1.2.2. Definición**

Es un agua de calidad Premium ya que pasa por un avanzado proceso de purificación múltiple y de reestructuración molecular que da como resultado un agua con millones de antioxidantes y un pH de más de 7 (alcalina). (Paz; Ortega 2014).

### **1.2.3. Características Fisicoquímicas**

Es una sustancia inodora, incolora, transparente, con ligero sabor salino. Su potencial del hidrógeno (pH) fluctúa de 9 a 11, esto denota su gran alcalinidad. Su capacidad antioxidante se comprueba por su elevada carga eléctrica negativa desde -100 hasta -900 milivoltios, esto es casi un milagro pues es prácticamente imposible estabilizar molecularmente una sustancia que libera electrones con tanta facilidad. El envase que la contiene está diseñado para mantenerla en buen estado hasta por 6 meses, una vez abierta, se recomienda consumir en un período inferior a 2 semanas para aprovechar su potencial máximo. (Ficha técnica del agua alcalina)

### **1.2.4. Propiedades del agua alcalina**

El agua alcalina tiene muchas propiedades, como tensión superficial, la estructura del agua, la medida molecular, reducción de oxígeno potencial, valor del pH, es una sustancia antioxidante, etc. A excepción del valor del pH del agua que es lo único que ayuda a la sangre a recibir bicarbonatos. Aunque el cambio del valor del pH causa que el estómago produzca ácido clorhídrico que va al estómago, y los bicarbonatos van al torrente sanguíneo. (Ficha técnica del agua alcalina).

El agua antioxidante mantiene un pH apropiado para el cuerpo de lo cual crea las circunstancias esenciales para eliminar bacterias, inflamación y enfermedades. Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas, esta agua entra a las células del cuerpo tres veces más rápido que el agua ordinaria.

El agua antioxidante purifica nuestro organismo e impide que nuestra sangre se vuelva ácida, sucia y espesa, devolviéndole su estado alcalino natural, eliminando los desechos, residuos y toxinas eficazmente a través de la sudoración, la orina y las heces evitando que se acumulen en nuestros órganos vitales. (Paz y Ortega, 2014).

La función más importante del agua alcalina es aumentar los bicarbonatos en la sangre porque perdemos bicarbonatos a medida que envejecemos. El agua alcalina purifica nuestro organismo y nuestra sangre eliminando los desechos, residuos y toxinas.

### **1.2.5. Fabricación del agua alcalina. Electrólisis.**

#### **1.2.5.1 Generalidades**

La electrólisis consiste en la separación de los elementos que forman un compuesto aplicando electricidad. Durante este proceso ocurren reacciones de óxido-reducción; la reducción ocurre en el cátodo y la oxidación en el ánodo (Shirahata, 2002).

El agua reducida por electrólisis (ERW, por sus siglas en inglés) puede definirse como agua reductora (Shirahata, 2002) y tiene ciertas características físico-químicas particulares entre las que se encuentran las siguientes: pH alcalino (de 8 a 12), potencial de óxido-reducción negativo (de -100 a .900 mV), baja concentración de oxígeno disuelto (de 4.3 a 3.3 mg/L) y alta concentración de hidrógeno disuelto (de 0.2 a 0.55 mg/L, aproximadamente 200 a 500 veces más que el presente en el agua antes de la electrólisis) (Hayashi, 2000)

Su nombre químico es ácido hipocloroso (HClO). Los componentes principales del agua electrolizada son agua corriente, sal y electricidad a baja tensión, lo cual permite que su producción sea de fácil acceso. (Orquidiota, 2017) Este compuesto

no se considera citotóxico para las células humanas o animales, ya que se produce en bajas concentraciones en el cuerpo humano y tiene acción antimicrobiana. (ChansonWaterIonizers USA, Inc., 2016).

Como resultado de la electrólisis del agua se produce agua alcalina catódica (abundante en hidrógeno disuelto) y agua ácida anódica (abundante en oxígeno disuelto).

El agua alcalina ionizada se obtiene usando un ionizador de agua para así separar eléctricamente el agua del grifo filtrada en agua iónica alcalina y agua ácida, cada una de las cuales pasa a cámara separadas. (AQUAGOLDEN, 2013) La ionización tiene lugar en un período tan corto de tiempo que cuando usted coge el agua alcalina en un vaso se puede ver el hidrógeno diminuto subiendo burbujeante.

Los métodos utilizados en la fabricación de agua alcalina son eficientes para el mejoramiento de la salud, pues están desarrollados siguiendo los mismos mecanismos que sigue la naturaleza. Primero limpiando y luego restaurando las condiciones.

#### **1.2.5.2 Usos del agua electrolizada**

El uso de agua electrolizada, como un proceso no térmico para la inactivación microbiana, se presenta como una opción muy interesante ya que, a diferencia de los desinfectantes clorados tradicionales, la generación de los agentes inactivantes se produce directamente en el agua. Ha demostrado ser muy eficaz, seguro, fácil de manipular, relativamente barato y ecológico (Huang et al, 2008; Surdu et al, 2009).

El agua electrolizada es una nueva alternativa y una opción viable para el proceso de desinfección por su gran efecto microbicida, además de no ser tóxico ni producir irritabilidad en mucosas y tejidos. (Díaz, 2017)

(Arévalo, et al., 2012) destacan que el agua electrolizada neutra es amigable con el ambiente a diferencia de otros desinfectantes, siendo otro aspecto positivo a favor de ésta.

Los efectos beneficiosos del agua electrolizada ácida pueden proceder de la presencia de sustancias reactivas al oxígeno que aceleran la migración y proliferación de fibroblastos y por ende, la cicatrización de las heridas (Yahagi et al, 2008).

Según la ficha de datos de seguridad proporcionada por Spangel Productos Biodegradables, (2012) los usos recomendados del agua electrolizada se limitan al ámbito de la vida privada, la salud pública; en superficies que están en contacto con alimentos, para potabilizar el agua; en la higiene veterinaria y la limpieza de equipos en general.

Las propiedades higienizantes y su carácter inocuo han hecho que empiece a considerarse su utilización directa en el ser humano, donde los estudios sobre los beneficios del agua electrolizada para la salud son cada vez más frecuentes (Shirahata et al, 2012).

### **1.2.6 El Agua Alcalina en la salud**

Los beneficios de beber agua alcalina se traducen en la prevención de gran número de dolencias: diabetes, asma bronquial, dermatitis, hepatitis, artritis crónica reumática, colesterol alto, insomnio, obesidad, dolores de espalda, neuralgias, entre otras.

Según (Batmangheidj, 2009), la mayoría de las enfermedades, especialmente las degenerativas son causadas por la deshidratación del organismo ante la carencia crónica de agua y cuando un ser humano se deshidrata pueden aparecer alergias, asma y dolores crónicos en diferentes zonas del cuerpo, desde el dolor dispéptico hasta el artrítico reumatoide pasando por el de angina, el lumbar, el de piernas, la migraña, la colitis.

Un estudio del efecto del agua reducida o agua alcalina en la apoptosis y diabetes mellitus tipo I inducida con aloxano, tuvo como resultado que los ratones tratados con agua alcalina e inyectados con aloxano sufrieron una menor apoptosis en el páncreas; un menor incremento y posterior reducción de los niveles de glucosa en sangre; y una menor disminución y posterior aumento de la insulina, todo esto en comparación con ratones que fueron administrados con agua purificada y agua mineralizada. Concluyendo que el agua alcalina tiene un importante efecto en prevención de la apoptosis de células pancreáticas, así como un efecto positivo en la prevención y control de la enfermedad diabetes mellitus. (Li, et al., 2012).

El sedentarismo, estrés, consumo de alcohol, tabaco y la contaminación ambiental, mezclados con una alimentación deficiente en minerales y de grasas excesivas, azúcares y aditivos químicos, contribuyen a un desequilibrio ácido en el organismo. Esa acidez degrada a las células y causa malestares, fatiga, atrofas musculares, problemas neurológicos, trastornos digestivos y puede conllevar a enfermedades crónicas, degenerativas y fatales. (Ecogaia, 2010).

Para algunos investigadores la diabetes Tipo I podría ser también el resultado de una carencia de agua. Esto podría ser debido a que cuando hay una deshidratación, el cuerpo produce histamina para regular el nivel agua y las prostaglandinas. (Ecoportal, 2014).

El equilibrio ácido-alcalino del organismo es elemental para gozar de una buena salud. En los últimos 10 años, la obesidad, el cáncer, la diabetes, la osteoporosis, las enfermedades cardiovasculares, digestivas y crónicas, aumentado considerablemente. Esto se debe principalmente al aumento de los niveles de acidez en nuestro organismo, el cual posee un pH de alrededor 7,4 considerado ligeramente alcalino. (Ecogaia, 2010).

Según (Water for Health Ltd., 2009). También se ha señalado, que la disminución de iones de calcio en el cuerpo, disminuye la producción y liberación de la hormona insulina. Lo que eventualmente dirige al organismo a una condición de acidosis en la sangre. Los bloqueos en los vasos sanguíneos causados por excesos de

proteína conllevan a un déficit en la función pancreática. El agua alcalina suple el calcio previniendo el exceso de proteínas y podría ayudar a prevenir y curar esta condición.

La lista de las enfermedades que son atribuidas a un exceso de desechos ácidos en los tejidos y el daño por los radicales libres incluye: enfermedades cardiovasculares que tienen aumento de colesterol, hipertensión, diabetes, cáncer, hipotiroidismo, osteoporosis, artritis, daño renal, inflamación gastrointestinal, problemas de la piel como: eccemas, gota, infecciones por cándida. (Water for Health Ltd., 2009)

(Grobet y Córdova, 2016) El agua purificada alcalina neutraliza el ácido del cuerpo promoviendo mejoras en la salud. Los buenos resultados para la salud se obtienen por beber agua ionizada alcalina.

(Shitahata, Hamasaki, y Teruya, 2012). El agua alcalina posee beneficios para la salud, debido a que reduce el stress oxidativo que conlleva a enfermedades tales como la diabetes, cáncer, arterioesclerosis, entre otras.

Según (Water for Health Ltd., 2009).El consumo de agua alcalina es beneficioso para cualquier enfermedad que es causada por exceso de desechos ácidos en los tejidos y el daño celular causado por radicales libres. El agua alcalina ayuda a neutralizar los desechos ácidos dañinos que fluyen por el cuerpo. Así también, neutraliza los radicales libres al donarles electrones.

## **1.3 Siropes**

### **1.3.1 Generalidades**

Cuba es un país altamente productor de azúcar, por lo que a su vez es productor de varios tipos de jarabes en los que se encuentran los siropes. Por las condiciones tropicales de nuestro país los siropes tienen una alta comercialización y consumo dentro de la población, además que juegan un papel importante en la rama alimentaria debido a su diversidad y facilidad de preparación.

Siropes son disoluciones más o menos concentradas de azúcar, siendo esta su ingrediente principal aportando sabor dulce y valor energético. A su vez el azúcar

constituye un medio considerable para el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias, recomendándose el uso de agua de excelente calidad, lo que garantizaría una prolongación de la vida media de los siropes así como evitaría su descomposición. (Rivera *et.al*, 2016).

Para darle el nombre al jarabe se debe identificar que por lo menos tenga el 80 % del total de sólidos del edulcorante o materia prima utilizada, de este modo el nombre del alimento puede ser designado como el jarabe correspondiente, por ejemplo el “jarabe de maíz” (NMX-F-169-1984;).

Según Rivera, M, *et.al*. (2016) la composición de los siropes es 56% fructuosa, 17% glucosa, 17% agua ,5% otros azúcares y 5% cenizas, minerales y vitaminas.

Los métodos más tradicionales de obtención de sirope se basan en la inversión de la sacarosa, (hidrólisis ácida) o mediante el uso de resinas de intercambio iónico o enzimas (hidrólisis enzimática) (Menéndez *et al.*, 2014).

Según Tejeda *et al.*, (2011), la hidrólisis ácida es el mejor método para la obtención de azúcares reductores; pero a su vez puede ocasionar daños perjudiciales a la salud por el uso excesivo de ácido.

Por otro lado, la hidrólisis enzimática es el método más empleado a nivel mundial, pero requiere de un alto costo debido a la poca recuperación de la enzima utilizada, motivo por el cual no es muy implementada en Cuba (Menéndez *et al.*, 2014).

También se puede elaborar siropes por disolución de azúcar en agua caliente, donde el producto obtenido se denomina sirope crudo, después es sometido a varias etapas como filtración, clarificación y evaporación para obtener un excelente grado de pureza (James, 2014).

El sirope de caña aporta al organismo vitamina A, azúcares simples, minerales, hierro, magnesio, por lo que se recomienda su consumo a vegetarianos. (Chen, 1991)

Estudios han demostrado que la mayoría de los siropes presentan un contenido de sacarosa de entre 50 y 60 % m/m, excepto los siropes dietéticos y los de alta acidez (bajo pH), lo cual promueve la hidrólisis de la sacarosa y un incremento en el contenido de azúcares reductores (glucosa y fructosa). En cuanto al contenido de azúcares totales, un 60% de los siropes coinciden con el valor medio (61 % m/m). La normativa internacional establece un mínimo de azúcares totales de 62 % m/m para siropes. (Torres, 2016)

### **1.3.2 Tipos de siropes.** Según (Torres, 2016)

- ✓ Sirope de agave.
- ✓ Sirope de mesa.
- ✓ Siropes de azúcar crudo.
- ✓ Siropes de azúcar blanco.
- ✓ Siropes de licor de refino.
- ✓ Sirope Dorado.
- ✓ Sirope de maíz de alta fructuosa.
- ✓ Sirope de sorgo dulce.
- ✓ Siropes para uso apícola.

Según (Torres, 2016) el jarabe de agave es uno de los siropes con mayor aceptabilidad en el mercado mundial puesto que: es un endulzante natural 100 %, que en las porciones servidas correctamente reduce los niveles de colesterol, triglicéridos, ácido úrico, además que funciona como un excelente sustituto del azúcar, y por esta razón puede ser mejor tolerado por las personas diabéticas ya que no afecta tanto a la glicemia.

### **1.3.3 Calidad del sirope**

Para la obtención de un sirope de excelente calidad deben ser controlados en forma responsable algunos parámetros que dan a la bebida, la textura, sabor y apariencia deseada. Entre los análisis más importantes para el control de especificaciones de calidad de un sirope se encuentran los controles microbiológicos; la determinación de azúcares totales, sólidos totales, acidez, pH, densidad y colorantes (Torres, 2016).

Además del contenido de sacarosa, las propiedades organolépticas resultan determinantes ya que serán parte del producto final; por lo que el azúcar líquido debe ser libre de partículas extrañas, de un olor fuera de lo normal, aceptado para el azúcar, y de unidades de color, tan altas, que pueda afectar la apariencia del producto (Torres, 2016).

Uno de los principales parámetros de calidad a controlar después de obtenido el producto final es el contenido de sacarosa que se determina mediante los grado Brix.

La temperatura y el pH son indicadores del tiempo que puede almacenarse el sirope previo a su uso. La acidez indica que los componentes están en proporciones adecuadas y un resultado, dentro de los límites de aceptación, indicando que las propiedades, como el sabor y el olor, son las esperadas. (Molina, 2015).

Se debe realizar un muestreo microbiológico a los tanques de preparación de jarabes periódicamente, así como del producto embotellado en todas las producciones; los resultados son indicadores directos de la efectividad de los procesos de limpiezas y buenos hábitos de manufactura. (Molina, 2015).

Cada industria productora de sirope tiene sus normas de calidad debido a que cada uno de estos jarabes tiene sus propias características y sus propios requerimientos de calidad. Estos van a variar en dependencia de la calidad de las materias primas que fueron utilizadas durante el proceso productivo.

### **Conclusiones parciales del capítulo:**

- ✓ El agua alcalina es una alternativa viable para obtener un Sirope Juventi de mayor calidad.
- ✓ La alternativa más promisoría para obtener agua alcalina es por electrólisis.
- ✓ El agua obtenida por electrólisis podrá emplearse en diferentes etapas de la industria.
- ✓ El agua alcalina además, de materia prima para obtener sirope podrá convertirse en producto de interés de la industria por su gran cantidad de usos y aplicaciones.
- ✓ El agua por electrólisis puede ser usada como agente de limpieza, en la agricultura, en la ganadería y otras ramas industriales.
- ✓ Los métodos más tradicionales para la obtención de sirope son hidrólisis ácida y hidrólisis enzimática.
- ✓ En Cuba el sirope forma parte importante en la rama alimentaria e industrial.

## Capítulo II: Materiales y métodos

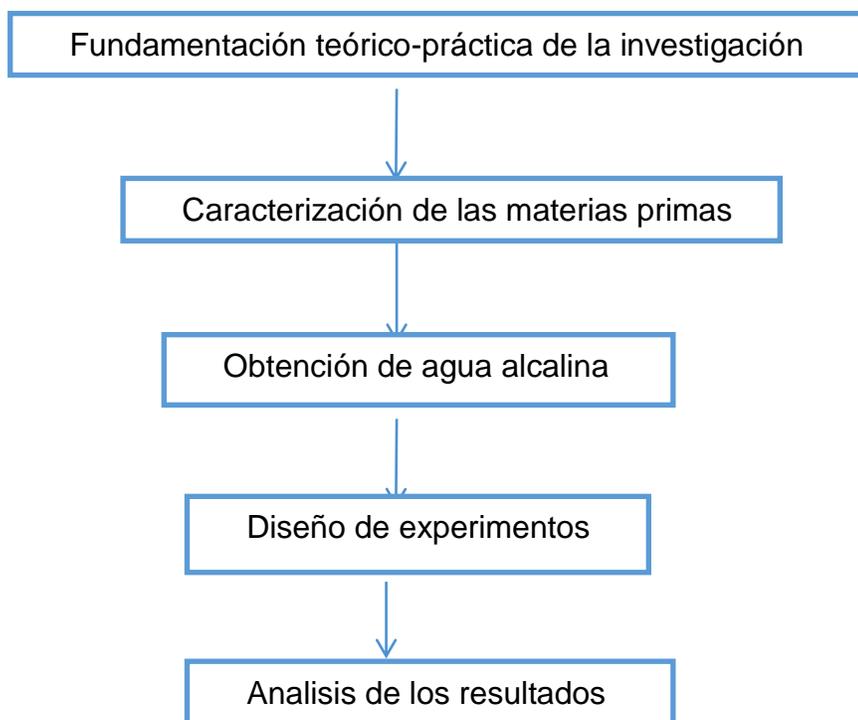
El proyecto investigativo que se lleva a cabo es una Investigación-Desarrollo-Aplicada, que tiene como objetivo la búsqueda de bibliografías que permitan lograr un desarrollo en la producción de Sirope Juventi elaborado en la UEB Biopropósito de España Republicana para mejorar la calidad del mismo y su mejor comercialización y desarrollo.

En el presente capítulo se describen las etapas de la investigación, se detalla cada una y se precisa la metodología seguida en el estudio del proceso para la producción de Sirope Juventi a partir de la utilización de agua alcalina. Se definirán las etapas del proceso.

### 2.1- Esquema metodológico de la investigación

En este punto se establece el diseño de la investigación a realizar, donde se presentan cada etapa que constituye este estudio y una breve descripción de lo que se desarrollará en cada una de ellas:

La investigación se desarrollará siguiendo el siguiente esquema:



### **Etapa 1: Fundamentación teórico-práctica de la investigación**

Se describe el estado actual de la temática de investigación mediante una extensa búsqueda bibliográfica a través de documentos, tesis, bases de datos disponibles en Internet y del Centro de Información Científico Técnica (CICT) de la Universidad de Matanzas.

En este primer momento se caracterizan aspectos generales del agua alcalina. Se definen los efectos positivos que provoca este tipo de agua para la salud humana; así como su estructura, propiedades y métodos más utilizados para su obtención.

### **Etapa 2: Caracterización de las materias primas.**

Se realiza una breve descripción del proceso tecnológico; así como la caracterización de las materias primas utilizadas en el proceso, tomando muestras y analizándolas en el laboratorio desde el punto de vista químico, su composición, siguiendo la (NC-296 del año 2012). Después de obtener estos resultados se quiere mejorar la calidad del agua utilizada tendiendo siempre a la alcalinidad.

### **Etapa 3: Obtención de agua alcalina.**

El agua alcalina que se va a utilizar en la elaboración del Sirope Juventi se obtuvo mediante electrólisis donde se le aplicó electricidad a una disolución de NaCl como se puede ver en el Anexo 5.

### **Etapa 4: Diseño de experimentos.**

En esta fase se produce el sirope a menor escala (planta piloto) manteniendo todas las materias primas y el proceso de igual manera que para la elaboración del Juventi, solo varía la utilización de agua alcalina en lugar del agua de pozo que se utilizaba en el proceso. Una vez obtenido el producto se analizan las propiedades y características del mismo.

### **Etapa 5: Análisis de los resultados.**

En esta etapa de la investigación se realiza una comparación del producto obtenido a partir de la utilización del agua alcalina y el producto elaborado que no utiliza este

tipo de agua, en cuanto a calidad, conservación y un análisis económico saludable de los mismos.

## **2.2-Definición y evaluación del problema primitivo**

El Sirope Juventi elaborado por la UEB Biopropósito de España Republicana es una producción especializada, razón por la cual se necesita mantener en constante desarrollo con el propósito de obtener un producto de mayor calidad para su mejor comercialización.

Para la obtención de un nuevo producto se parte de un problema primitivo que plantee el objetivo principal del proyecto para este trabajo:

Utilización de agua alcalina para la producción del Sirope Juventi.

Para resolver el problema se pretende mejorar la calidad de las materias prima, ya que, al producir con mejores materias primas se obtendrá un producto de mayor calidad. En este caso nos planteamos la tarea de mejorar la calidad del agua ya que las demás materias primas son de mayor costo para su obtención, basados en las consultas bibliográficas y recomendaciones sobre el agua alcalina. Por esas razones se valora una nueva propuesta, que es utilizar agua alcalina (pH mayor que 7), en lugar de agua neutra (pH igual a 7) en el proceso productivo.

## **2.3- Desarrollo del caso base.**

Para el desarrollo del caso base se cuenta con diferentes trabajos precedentes que avalan la investigación como (Batmangheidj, 2009) donde se pone de manifiesto los beneficios que aporta esta temática y las experiencias desarrolladas para obtenerla a diferente escala.

Se cuenta con información de varios actores (Paz; Ortega, 2014) (Revelo ,2016) que confirma que el agua alcalina está siendo una de las materias más estudiadas por la gran significación del tema por lo que asegura su disponibilidad para obtener un producto de mayor calidad y mejor comercialización.

## **2.4- Proceso tecnológico. Breve descripción.**

### **2.4.1 Producto.**

El Sirope Juventi resulta de mezclar proporcionalmente jarabe de fructuosa refinado y jarabe de azúcar refino “B” que se confecciona con azúcar, agua y ácido cítrico con temperaturas cercanas a 90°C para lograr la inversión del azúcar, se saboriza con esencias establecidas y colorea según patrones establecidos. Es un líquido espeso, viscoso y transparente de color y olor característicos de acuerdo al sabor.

### **2.4.2 Especificaciones de calidad.**

En el proceso se realizan ensayos en el laboratorio para determinar la calidad tanto del producto terminado como de las materias primas empleadas en su elaboración. En todos los casos se cumple con lo establecido en las correspondientes normas.

### **2.4.3 Breve descripción del proceso tecnológico.**

El diagrama de flujo del proceso de producción del Sirope Juventi se muestra en el anexo 1.

Según Labiofam, (2014) el Sirope Juventi resulta de mezclar proporcionalmente jarabe de fructuosa refinado (56%) y jarabe de azúcar refino B (43%), este último se confecciona a partir de azúcar refino B (70%), ácido cítrico (0.5%) y agua (29.5%) en un tanque cilíndrico enchaquetado con temperaturas cercanas a los 90°C para realizar la inversión de la sacarosa. El medio de calentamiento es vapor saturado proveniente de la caldera. Una vez preparado este jarabe, pasa por gravedad a un tanque cilíndrico con agitación mecánica para su enfriamiento, luego se bombea empleando una bomba centrífuga hacia la estación de mezclado para ser unido con el jarabe de fructuosa refinado que se encuentra almacenado en tanques de plástico conectados en serie, posteriormente se saboriza y colorea con las esencias y colorantes establecidos respectivamente.

### **Etapas del proceso productivo:**

1-Recepción del jarabe de fructuosa refinado y almacenamiento.

En esta etapa se persiguen dos objetivos básicos:

- Disponer de capacidades para un mes y medio de trabajo a máxima demanda.
- Contar con una superficie de floculación que garantice que al sirope no llegue espuma o algún material insoluble.

Para ello se cuenta con el siguiente equipamiento:

- Un tanque de recepción de acero inoxidable.
- Cinco tanques de plástico de 2000 L de capacidad.
- Cuatro tanques de plástico de 1500 L de capacidad.
- Cinco tanques de plástico de 1000 L de capacidad.

Se receptiona el jarabe de fructuosa en el tanque cilíndrico y cuando el volumen alcanza el 70% de la altura del tanque se bombea para la próxima estación equilibrando los flujos de entrada y salida para evitar turbulencias. El jarabe entrante se pasa por un tamiz fino (malla 100 x 100).

## 2- Preparación de jarabe de azúcar refino B.

En esta etapa se persigue que el jarabe alcance una alta concentración para posteriormente ser mezclado con la fructuosa. Se opera con altas temperaturas, para lograr la inversión del azúcar y evitar que esta cristalice. La estación consta con un tanque cilíndrico de acero inoxidable y una camisa de calentamiento. Este calentamiento se efectúa a partir de vapor saturado proveniente de la caldera. Presenta además un circuito de enfriamiento, un tamiz con mallas (100x100) y una bomba centrífuga con un sistema de tuberías que interconecta esta estación con la siguiente etapa del proceso productivo.

Al tanque disolutor se añade una cantidad de agua superior a su volumen de operación y se calienta hasta los 90°C, luego se trasiega por todo el sistema, posteriormente se adiciona el ácido cítrico y el azúcar con agitación manual constante y se eleva la temperatura hasta 85°C, se verifica dicha disolución por observación a trasluz y se mantiene durante 15 minutos a esa temperatura. Después se hace pasar por un tamiz bien fino y de ahí, pasa al tanque de enfriamiento donde se recogen muestras para controlar los parámetros físicos (Brix

y pH). En el tanque de enfriamiento se hace circular agua a temperatura ambiente por el serpentín interior y por la periférica manteniendo agitación mecánica y recirculación hasta alcanzar una temperatura entre 65 y 75°C.

### 3- Elaboración del sirope.

Esta etapa del proceso se realiza en el mismo tanque disolutor de la estación anterior y además presenta un circuito de enfriamiento, que consta de dos tanques cilíndricos de acero inoxidable, uno de ellos enchaquetado y el otro con un sistema de enfriamiento rústico. También cuenta con un tamiz de mallas bien finas (100x100) y una bomba centrífuga con un sistema de tuberías que interconecta dicha estación con la siguiente etapa del proceso productivo.

Cuando se tiene lista la disolución azucarada se vierte una cantidad de jarabe de fructuosa correspondiente al 56 % del volumen operacional del tanque con agitación constante para lograr homogenizar la mezcla. Luego es colado mediante un tamiz bien fino y pasa por gravedad a dos tanques con un sistema de enfriamiento. En uno de los tanques se hace circular agua a temperatura ambiente por el serpentín interior y por la periférica, mediante una manguera, en el otro tanque manteniendo agitación mecánica hasta la temperatura de 45°C, para ser bombeado a través de una bomba centrífuga hasta la próxima estación.

### 4- Homogenización.

Esta estación cuenta con dos tanques de acero inoxidable, uno de ellos con agitación mecánica y el otro con agitación manual, con un volumen nominal de 1000 L cada uno.

El objetivo fundamental de esta etapa es lograr la mayor homogenización de la mezcla, además se procede a la adición de la esencia saborizante (5,880 kg) y el colorante según los parámetros establecidos.

### 5- Envasado, tapado y etiquetado.

Esta etapa persigue dos objetivos fundamentales, envasar herméticamente en recipientes plásticos que garanticen la durabilidad del producto y etiquetar cada recipiente para identificar lote, fecha de producción, etc.

Para lograr un envasado con calidad se cuenta con un manifold, que conecta los tanques de mezclas con el área de envase, cuenta con cuatro válvulas para el llenado de los recipientes.

#### **2.4.4-Calidad de la materia prima.**

##### **2.4.4.1 Jarabe fructuosa refinado.**

Brix o sólidos disueltos totales.....68-70<sup>0</sup> Determinación Aerométrica.

pH.....3.0-3.5 Determinación por equipo de pH.

% Fructuosa.....54±0.5 Determinación de Poder Rotatorio  
Específico.

% Glucosa.....46± 0.5 Determinación de Poder  
Rotatorio Específico.

Color Icumsa.....100± 50 Determinación foto colorimétrica  
(NC-382)

##### **2.4.4.2-Azúcar Refino “B”.**

Pureza.....99.9%Índice Polarización (NC-379).

Humedad máxima.....0.08% Determinación Gravimétrica.

Color Icumsa máximo.....300 Determinación Fotocolorimétrica  
(NC-382).

**2.4.4.3- Ácido cítrico – Anhidro o monohidratado –grado alimenticio (NC-277).**

**2.4.4.4- Esencias:** de bases alcohólicas antes de su fecha de vencimientos índice de refracción y densidad (NC- 277).

**2.4.4.5-Colores:** Los establecidos y autorizados (NC- 277).

## **2.4.5 Requisitos de calidad del producto terminado (Sirope Juventi)**

### **2.4.5.1 Características e índices de calidad.**

Requisitos organolépticos

- Aspecto: El sirope debe ser espeso, viscoso y transparente
- Color: Característico al producto acorde al sabor
- Olor: Agradable según el sabor.

Requisitos físicos

- Debe mantener un Brix en el entorno reducido de  $70^{\circ}\text{Bx} \pm 200$ , según NC 424
- Su densidad correspondiente al Brix en el rango de 1349-1351 g/L.
- Viscosidad acorde al Brix.
- Mezcla homogénea.

Requisitos químicos

- No presentar transformaciones apreciables o actividad que cambien apariencia, pH - Norma  $3.0 \pm 0.2$ . NC 423
- No se prevé la presencia de contaminantes metálicos, NC 493

Requisitos microbiológicos

- Según los establecidos en la NC 585:2015. Contaminantes microbiológicos en Alimentos. Requisitos Sanitarios. Grupo 14 Bebidas. Refrescos concentrados y siropes.
- Hongos F y levaduras  $n= 5$   $c= 2$   $m=10^2$   $M= 10^3$ . Según NC 585 Grupo 14 categoría 2.

## **2.5 Balance de materiales**

Se realizó balance de materiales en todo el proceso con el objetivo de cuantificar los flujos que se manejan en cada una de las etapas.

Para facilitar el trabajo, se hizo una modificación del esquema tecnológico sin afectar las etapas ni los flujos de este. El nuevo esquema del proceso se muestra en el Anexo 2.

Las ecuaciones utilizadas para llevar a cabo el balance de materiales son:

$$m_s = V_s * \rho_s \quad 2.1$$

Donde:

$m_s$ : masa de sirope (determinar)

$V_s$ : volumen de sirope (conocido)

$\rho_s$ : densidad de sirope (conocido)

El balance total en la conformación de sirope se muestra en la ecuación 2.

$$m_{JF} + m_{JAB} + m_A = m_S \quad 2.2$$

Donde:

$m_{JF}$ : masa de jarabe de fructuosa (determinar)

$m_{JAB}$ : masa de jarabe de azúcar refino B (determinar)

$m_A$ : masa de aditivos que incluye colorantes y esencias (determinar).

El balance por componente para el jarabe de fructuosa se muestra en la ecuación 3.

$$m_{JF} = m_S * x_{JF} \dots\dots\dots 2.3$$

Donde:

$x_{JF}$ : composición del jarabe de fructuosa en el sirope (conocido)

El balance por componente para el jarabe de azúcar refino B se muestra en la ecuación 4.

$$m_{JAB} = m_S * x_{JAB} \dots\dots\dots 2.4$$

Donde:

$x_{JAB}$ : composición del jarabe de azúcar refino B en el sirope (conocido)

El balance por componente de los aditivos se muestra en la ecuación 5.

$$m_A = m_S * x_A \dots\dots\dots 2.5$$

Donde:

$x_A$ : composición de aditivos en el sirope (conocido)

El balance total de la conformación de jarabe de azúcar refino B se muestra en la ecuación 6.

$$m_W + m_{AC} + m_{AB} = m_{JAB} \dots\dots\dots 2.6$$

Donde:

$m_W$ : masa de agua (determinar)

$m_{AC}$ : masa de ácido cítrico (determinar)

$m_{AB}$ : masa de azúcar refino B (determinar)

El balance por componente para el agua se muestra en la ecuación 7.

$$m_W = m_{JAB} * x_W \dots\dots\dots 2.7$$

Donde:

$x_W$ : composición del agua en el jarabe de azúcar refino B (conocido)

El balance por componente para el ácido cítrico se muestra en la ecuación 8.

$$m_{AC} = m_{JAB} * x_A \dots\dots\dots 2.8$$

Donde:

$x_{AC}$ : composición de ácido cítrico en el jarabe de azúcar refino B (conocido).

El balance por componente para el azúcar refino B se muestra en la ecuación 9.

$$m_{AB} = m_{JAB} * x_{AB} \dots\dots\dots 2.9$$

Donde:

$x_{AB}$ : composición del azúcar refino B en el jarabe de azúcar refino B.

De esta manera quedan determinados todos los flujos que se manejan en el proceso de obtención de Sirope Juventi.

## 2.6 Balance de energía

Se realizó balance de energía con el objetivo de conocer la cantidad de vapor necesaria para elevar la temperatura en la elaboración del jarabe de azúcar refino

B, la temperatura del agua de limpieza, además de determinar la cantidad de agua de enfriamiento que se requiere para enfriar este jarabe antes de pasar a la etapa de mezclado.

Para determinar el flujo de vapor necesario para aumentar la temperatura en la confección del jarabe de azúcar refino B se emplean las siguientes ecuaciones:

La ecuación 10 se utiliza para determinar la capacidad calorífica de la mezcla.

$$CpJAB=1-0.0056*BxJA \dots\dots\dots 2.10$$

Donde:

$CpJAB$ : capacidad calorífica del jarabe de azúcar refino B (determinar)

$BxJAB$ : grados Brix o sólidos disueltos del jarabe de azúcar refino B (conocido).

El calor absorbido por el jarabe de azúcar refino B se determina mediante la ecuación 11.

$$QabsJAB=mJAB*CpJAB*\Delta \dots\dots\dots 2.11$$

Donde:

$QabsJAB$ : calor absorbido por el jarabe de azúcar refino B (determinar)

$\Delta T$ : diferencia entre las temperaturas final e inicial del jarabe de azúcar refino B (conocido)

El calor cedido por el vapor se determina mediante la ecuación 12.

$$QcedV=QabsJAB1-P \dots\dots\dots 2.12$$

Donde:

$QcedV$ : calor cedido por el vapor (determinar)

$PE$ : pérdidas de energía (conocido)

La masa de vapor necesario para elevar la temperatura hasta 85°C se determina mediante la ecuación 14 que resulta de despejar la ecuación 13.

$$QcedV=mV*\lambda \dots\dots\dots 2.13$$

Donde:

$mV$ : masa de vapor (determinar)

$\lambda$ : calor latente de cambio de fase (conocido) (Keenan, 1988)

$$mV = Q_{cedV} \dots \dots \dots 2.14$$

Para determinar la cantidad de agua requerida para enfriar el jarabe de azúcar refino B se emplean las siguientes ecuaciones:

El calor cedido por el jarabe de azúcar refino B se determina mediante la ecuación 15.

$$Q_{cedJAB} = m_{JAB} * C_{pJAB} * \Delta \dots \dots \dots 2.15$$

Donde:

$Q_{cedJAB}$ : calor cedido por el jarabe de azúcar refino B (determinar)

$\Delta T$ : diferencia entre la temperatura a la que entra el jarabe de azúcar refino B al proceso de enfriamiento y la temperatura a la que sale.

El calor absorbido por el agua de enfriamiento se determina por la ecuación 16.

$$Q_{absWE} = (1 - PE) * Q_{cedJAB} \dots \dots \dots 2.16$$

Donde:

$Q_{absWE}$ : calor absorbido por el agua de enfriamiento (determinar)

$PE$ : pérdidas de energía (conocido)

La masa de agua de enfriamiento se determina mediante la ecuación 18 que resulta de despejar la ecuación 17.

$$Q_{absWE} = m_{WE} * C_{pWE} * \Delta T \dots \dots \dots 2.17$$

Donde:

$m_{WE}$ : masa de agua de enfriamiento (determinar)

$C_{pWE}$ : capacidad calorífica del agua de enfriamiento (conocido)

$\Delta T$ : diferencia entre las temperaturas de salida y entrada del agua de enfriamiento (conocido)

$$m_{WE} = Q_{absWE} / C_{pWE} * \Delta \dots \dots \dots 2.18$$

Para determinar la cantidad de vapor que se requiere para aumentar la temperatura del agua de limpieza se emplean las siguientes ecuaciones:

El valor absorbido por el agua se determina por la ecuación 19.

$$Q_{absWL} = m_{WL} * C_{pWL} * \Delta T \dots\dots\dots 2.19$$

Donde:

$Q_{absWL}$ : calor absorbido por el agua de limpieza (determinar)

$m_{WL}$ : masa de agua de limpieza (conocido)

$C_{pWL}$ : capacidad calorífica del agua de limpieza (conocido)

$\Delta T$ : diferencia entre las temperaturas de salida y entrada del agua de limpieza (conocido)

El calor cedido por el vapor se determina mediante la ecuación 20.

$$Q_{cedVL} = Q_{absWL} - PE \dots\dots\dots 2.20$$

Donde:

$Q_{cedVL}$ : calor cedido por el vapor para calentar el agua de limpieza (determinar)

$PE$ : pérdidas de energía (determinar)

La masa de vapor necesario para calentar el agua de limpieza se determina por la ecuación 22 que resulta de despejar la ecuación 21.

$$Q_{cedVL} = m_{VL} * \lambda \dots\dots\dots 2.21$$

Donde:

$m_{VL}$ : masa de vapor necesaria para elevar la temperatura del agua de limpieza (determinar)

$$m_{VL} = \frac{Q_{cedVL}}{\lambda} \dots\dots\dots 2.22$$

## 2.7 Diseño experimental

### 2.7.1 Obtención de agua alcalina por electrólisis.

La electrólisis del agua es un proceso mediante el cual se consigue romper las moléculas de agua es decir separarlas en hidrógeno y oxígeno haciendo pasar una corriente eléctrica continua por la misma.

#### 2.7.1.2 Materiales para la electrólisis

- ✓ Vaso de precipitado.

- ✓ Dos tubos de ensayo.
- ✓ Dos barras de carbón del interior de una pila o dos electrodos de acero inoxidable.
- ✓ Dos cables de electricidad.
- ✓ Electricidad.

### 2.7.1.3 Procedimiento

1. Unir los electrodos a cada cable de electricidad.
2. Preparar una disolución de agua con NaCl y llenar el vaso de precipitado
3. Llenar los tubos de ensayo con agua
4. Introducir los cables con los electrodos en los tubos de ensayo
5. Finalmente aplicarle electricidad.

### 2.7.1.4 Dimensiones y Capacidades

Tabla # 1

Electrodo de acero inoxidable	l= 80mm ,d=10mm
Electrodo de carbón	l=48mm, d=5mm
Solución de NaCl en agua	2 lt de agua en 100g de NaCl
Electricidad	(9 a 15) volt y (0.5 a 1.5) amperes
Volumen de los tubos de ensayo	80mL

### 2.7.2 Obtención de Sirope Juventi

Se producirá 1L de Sirope Juventi (escala piloto) utilizando agua alcalina obtenida por electrólisis donde las demás materias primas se mantienen igual en el proceso tecnológico. Está agua alcalina sustituye el agua de pH en el rango de (6.85 a 7.0) obtenida del pozo de la UEB que se utilizaba en el proceso. A partir de esta pequeña modificación en una de las materias primas se espera obtener un producto de mayor calidad que a partir de consumo pueda brindarles a los consumidores beneficios y mejoras para el organismo, además que pueda optar por la categoría

de nutracético y de esta manera lograr una mejor comercialización y desarrollo para la UEB Biopropósito España Republicana.

### **2.7.2.1 Materias Primas para obtener 1L de sirope**

Azúcar Refino B.....952g

Agua Alcalina.....420mL

Ácido Cítrico.....0.8g

Esencia Limón.....9mL

Colorantes.....3mL

- ❖ Un litro de sirope equivale a 1.34956 kg.

### **2.8 Diseño y aplicación de la encuesta**

Se realizó durante todo el transcurso de la investigación dos encuestas, una inicial que tendrá como objetivo determinar el nivel de conocimiento de los trabajadores de la UEB y una encuesta final que tendrá por objetivo conocer el nivel de aceptación del nuevo producto elaborado con agua alcalina.

En las encuestas aplicadas se les explica a los expertos el objetivo que se persigue con las mismas y se les solicita que la lean bien y llenen, teniendo en cuenta su experiencia. La encuesta presentada al personal de la UEB España Republicana aparece a continuación.

#### **Encuesta Inicial**

Preguntas de la encuesta inicial

1. ¿Conoces qué es el agua alcalina electrolizada?

.....SI                      .....No

2. ¿Estarías dispuesto a servir de promotor en tu comunidad para que se conozcan los beneficios del agua alcalina electrolizada?

.....Si                   .....No                   .....No sé

3. ¿Ahora que ya conoces sus beneficios, estarías interesado en consumirla?

.....Si                   .....No                   .....No sé

4. ¿Cómo prefieres consumirla?

.....Directamente       .....A través del sirope

### **Anexo 7 Encuesta Final.**

#### Preguntas de la encuesta final

1. ¿Cómo considera el nuevo producto?

.....Bueno                   .....Regular                   .....Malo

2. ¿Le encuentras alguna diferencia con respecto al Juventi?

.....Si                   .....No                   .....No se

3. ¿En qué específicamente le encuentras diferencia?

.....Sabor                   .....Olor                   .....Dulzor                   .....Otra cosa

4. Si tuvieras que escoger entre el Sirope Juventi y el nuevo sirope, ¿cuál escogerías?

.....Juventi                   .....Nuevo sirope                   .....Ninguno

5. ¿A tu juicio y consideración crees que el nuevo producto tendrá gran aceptación en la población?

.....Si                   .....No

### Capítulo III: Análisis de resultados

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos en la encuesta inicial y final, así como los cálculos ingenieriles, los balances de masa y energía, se muestran los resultados obtenidos del nuevo producto elaborado a partir de agua alcalina y se realiza una comparación con el Sirope Juventi.

#### 3.1 Encuesta

En la UEB Biopropósito de España Republicana hay una población de 40 trabajadores de ellos se tomó una muestra de 20 trabajadores que representa el 50 %.La decisión muestral fue intencionada ya que se le aplicó directamente a los 15 trabajadores y a los 5 directivos que están implicados directamente en el proceso productivo, debido a que son las personas más capacitadas e idóneas para emitir un criterio real y valorar correctamente el resultado.

TABLA: #2

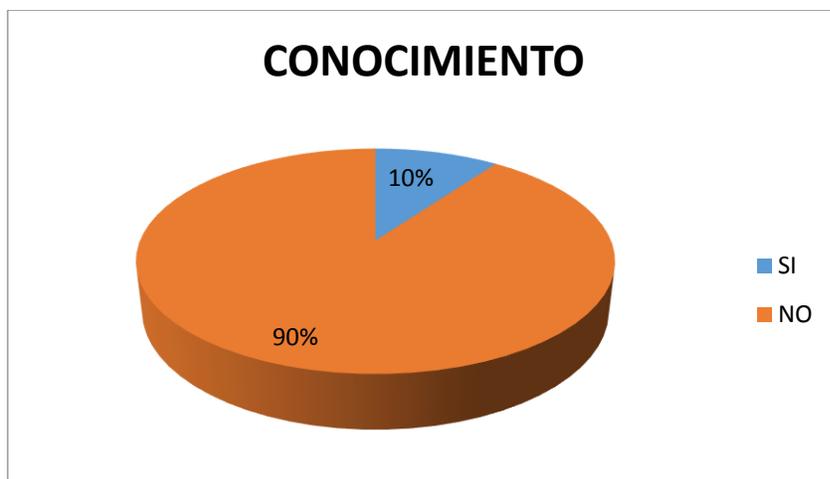
DATOS GENERALES		
CLASIFICACIÓN OCUPACIONAL	CANTIDAD	PORCENTAJE
DIRECTIVOS	5	25%
OBREROS	15	75%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

#### 3.1.1 Encuesta Inicial (Anexo #6)

**Objetivo:** Constatar el nivel de conocimiento y aceptación del agua alcalina.

Pregunta 1

CUADRO NRO.1 : CONOCIMIENTO DEL AGUA ALCALINA		
INDICADOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	2	10%
NO	18	90%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

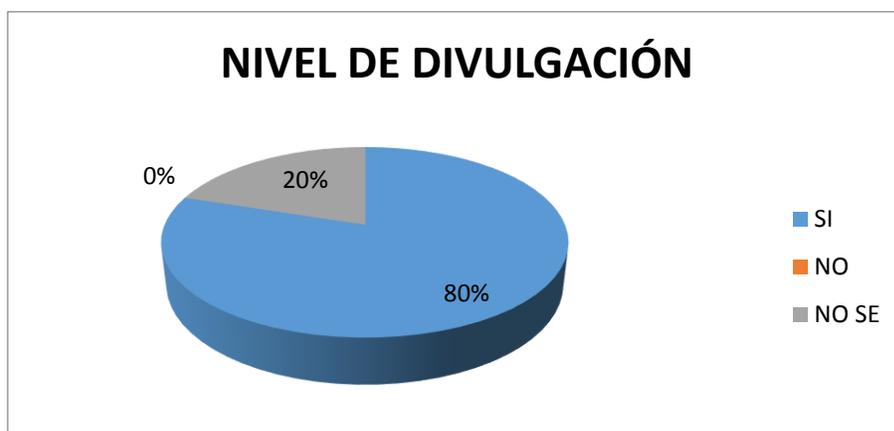


#### Análisis

El resultado de la primera pregunta muestra que el 90% de los trabajadores no conocen lo que es el agua alcalina electrolizada y solo el 10% que si la conocen están relacionadas con la investigación.

#### Pregunta 2

CUADRO NRO.2 : DIVULGACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL AGUA ALCALINA		
INDICADOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	16	80%
NO	-	0%
NO SE	4	20%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

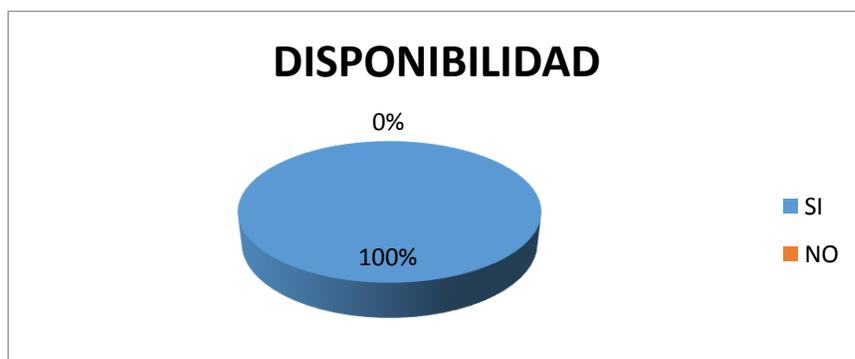


## Análisis

El resultado de la segunda pregunta muestra que el 80% de los trabajadores está dispuesto a servir como promotor de la divulgación de los beneficios del agua alcalina electrolizada en su comunidad y solo el 20% plantean que no saben si estarían dispuestos llegada la hora porque temen hablar en lugares públicos .

### Pregunta 3

<b>CUADRO NRO. 3: DISPONIBILIDAD PARA SU CONSUMO</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	20	100%
NO	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>



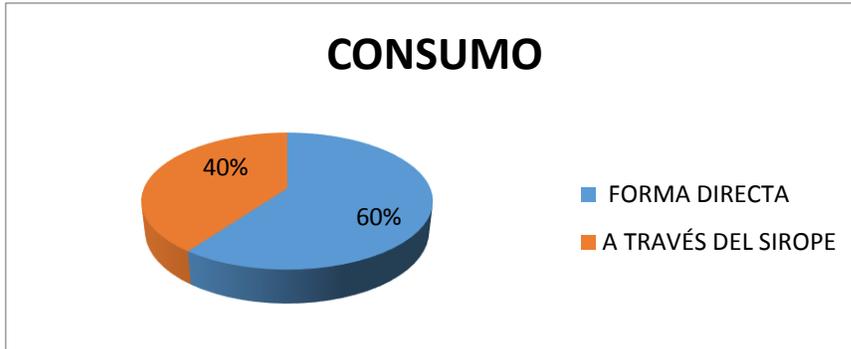
## Análisis

Después de que se le brindó información y se le dio conocer a los trabajadores sobre los usos y beneficios del agua alcalina electrolizada el 100% de ellos manifiestan su intención e disposición para consumirla en su dieta diaria.

### Pregunta 4

<b>CUADRO NRO.4: PREFERENCIA DE CONSUMO</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
FORMA DIRECTA	12	60%
A TRAVÉS DEL SIROPE	8	40

<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
--------------	-----------	-------------



### **Análisis**

De los trabajadores encuestados el 60% de ellos prefieren consumirla de forma directa; es decir, agua alcalina como producto de consumo y el 40 % restante a través del sirope basando su respuesta en que a los menores les es más fácil consumirla a través del sirope que de forma directa.

### **3.2 Balance de materiales**

Mediante la aplicación de balance de materiales se pudo determinar todos los flujos que se manejan en el proceso, aplicando balances totales y por componentes. La tabla # 3 muestra los resultados del balance de materiales

Tabla # 3: Balance de materiales en el proceso de producción de sirope Juventi.

<b>Sustancia</b>	<b>Masa (kg)</b>
Sirope Juventi	1080
Jarabe de fructuosa	604.8
Jarabe de azúcar refino B	464.4
Aditivos	10.8
Agua	136.998
Ácido cítrico	2.322
Azúcar refino B	325.08

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar los balances por componentes se tuvo en cuenta las composiciones de cada componente en la mezcla que conforma como se muestra a continuación:

- Sirope: compuesto por 56% de jarabe de fructuosa refinado, 43% de jarabe de azúcar refino B y 1% de aditivos (esencias y colorantes).
- Jarabe de azúcar refino B: compuesto por 70% de azúcar refino B, 29.5% de agua y 0.5% de ácido cítrico.

### 3.3 Balance de energía

Mediante la aplicación de balance de energía se pudo determinar la cantidad de vapor necesario para elevar la temperatura en la fabricación del jarabe de azúcar refino B de 30°C a 85°C, la cantidad de agua que se requiere para disminuir la temperatura de este jarabe de 85°C a 65°C que es la temperatura a la que debe estar el jarabe de azúcar refino B para elaborar el sirope. Se determinó además la cantidad de vapor necesario para elevar la temperatura del agua de limpieza de 30°C a 60°C.

La tabla #4 muestra los resultados del balance de energía para la determinación de la cantidad de vapor para calentar el jarabe de azúcar refino B.

Tabla #4 Resultados de la aplicación del balance de energía para la determinación de la cantidad de vapor para calentar el jarabe de azúcar refino B.

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Calor absorbido por el jarabe de azúcar refino B	74838.06	kJ
Calor cedido por el vapor	78776.9	kJ
Masa de vapor	37.9	kJ

Fuente: Elaboración propia.

La tabla #5: muestra los resultados del balance de energía para determinar la cantidad de agua de enfriamiento.

Tabla #5: Resultados del balance de energía para determinar la cantidad de agua de enfriamiento.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad de medida</b>
Calor cedido por el jarabe de azúcar refino B	27213.84	kJ
Calor absorbido por el agua de enfriamiento	26669.56	kJ
Masa de agua de enfriamiento	424.34	kJ

Fuente: Elaboración propia.

La tabla #6 muestra los resultados del balance de energía para determinar la masa de vapor necesaria para calentar el agua de limpieza.

Tabla #6: Resultados del balance de energía para determinar la masa de vapor necesaria para calentar el agua de limpieza.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad de medida</b>
Calor absorbido por el agua de limpieza	226260	kJ
Calor cedido por el vapor	238168.42	kJ
Masa de vapor utilizado para calentar el agua	114.61	kJ

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Electrólisis (Anexo 5).**

El agua alcalina electrolizada (ERW) para la producción del sirope se obtiene al aplicarle una electricidad de 9 volt y una intensidad de corriente 0.2 ampere a una disolución saturada de agua con NaCl (2lt de agua en 100g de sal) donde se obtiene como resultado de la electrólisis un agua alcalina abundante en hidrogeno (H) y agua acida abundante en oxigeno (O) como se muestra en la tabla 3.4.1 y en la tabla 3.4.2

En la tabla #7 se aplico la electrólisis del agua utilizando barras de carbón del interior de una pila como electrolizador y los resultados se muestran a continuación.

En la tabla #7 se muestran los resultados obtenidos en la electrólisis utilizando electrodo de carbón (Anexo 3).

<b>Muestra</b>	<b>pH del agua alcalina abundante en hidrógeno( H)</b>	<b>pH del agua ácida abundante en oxígeno (O)</b>	<b>Tiempo</b>
Muestra 1	7.02	6.30	5min
Muestra 2	7.10	6.18	7min
Muestra 3	7.17	6.12	10min
Muestra 4	7.35	6.10	12min
Muestra 5	7.60	6.02	15min
Muestra 6	7.64	6.00	17min
Muestra 7	7.70	5.98	20min
Muestra 8	7.78	5.95	23min
Muestra 9	7.81	5.90	25min
Muestra 10	7.85	5.87	30min

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los resultados de la electrólisis utilizando un electrodo de acero inoxidable.

En la tabla #8 se muestran los resultados obtenidos en la electrólisis utilizando electrodo de acero inoxidable (Anexo 4).

<b>Muestra</b>	<b>pH del agua alcalina abundante en hidrógeno( H)</b>	<b>pH del agua ácida abundante en oxígeno (O)</b>	<b>Tiempo</b>
Muestra 1	7.43	6.12	5min
Muestra 2	7.55	6.00	7min
Muestra 3	7.65	5.95	10min
Muestra 4	7,80	5.90	12min
Muestra 5	8.40	5.86	15min

Muestra 6	8.42	5.82	17min
Muestra 7	8.50	5.80	20min
Muestra 8	8.56	5.78	23min
Muestra 9	8.60	5.76	25min
Muestra 10	8.63	5.70	30min

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Sirope Producido con agua alcalina electrolizada.

#### 3.5.1 Parámetros de calidad

Requisitos organolépticos

ASPECTO	COLOR	OLOR
Denso y brillante	Característico con respecto al sabor	Característico en dependencia del sabor, agradable, siempre ha correspondido por lo que se pudo registrar.

Requisitos físicos

BRIX	DENSIDAD	VISCOSIDAD	ACIDEZ
70 <sup>o</sup> Bxen norma	1,35Kg y en norma	Corresponde con el Brix	0.45 en norma

Requisitos químicos

pH	CONTAMINANTES METÁLICOS
3.90	Sin presencia de contaminantes metálicos

Requisito microbiológico

- No se observa crecimiento de hongos y levadura.

### 3.6 Sirope Rehidratado

El Sirope Juventi está concebido en su producción para que sea consumido con una proporción 1x5 es decir que por cada litro de sirope le corresponde 5 litros de agua para obtener una bebida refrescante de buena calidad. A continuación se muestran los resultados del sirope rehidratado con agua de valor cercano a la neutralidad y sirope rehidratado con agua alcalina electrolizada.

Tabla #9 Sirope Rehidratado con agua cercana a la neutralidad.

<b>Muestras</b>	<b>pH del Sirope</b>	<b>pH del agua</b>	<b>pH Sirope Rehidratado</b>
Toma 1	3.90	6.98	5.89
Toma 2	3.90	7.0	5.93
Toma 3	3.90	6.98	5.90
Toma 4	3.90	7.01	5.92
Toma 5	3.90	7.01	5.90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla #10 Sirope Rehidratado con agua alcalina

<b>Muestras</b>	<b>pH Sirope</b>	<b>pH del agua alcalina</b>	<b>pH del Sirope Rehidratado</b>
Toma 1	3.90	8.40	6.98
Toma 2	3.90	8.35	6.93
Toma 3	3.90	8.35	6.98
Toma 4	3.90	8.40	7.01
Toma 5	3.90	8.40	7.00

Fuente: Elaboración propia.

### **3.7 Ventajas y desventajas del nuevo sirope elaborado con agua alcalina respecto al Juventi.**

#### **3.7.1 Desventajas**

Los requisitos organolépticos, físicos, químicos, microbiológicos de ambos sirope se mantienen aproximadamente iguales, a excepción del pH que si se observa un aumento significativo en el nuevo sirope producido con agua alcalina electrolizada que toma valores cercanos a (3.90), este valor de pH es mayor que el del sirope Juventi que es de (3.20) aproximadamente.

#### **3.7.2 Ventajas**

1. Los beneficios del nuevo producto vienen inducido en el sirope debido a todos los beneficios del agua alcalina electrolizada (ERW)
2. El aumento del pH del nuevo sirope requería menos demanda energética del organismo.
3. Labiofam podrá tener un producto para su comercialización que opte por la categoría de nutracético.

### **3.8 Encuesta final**

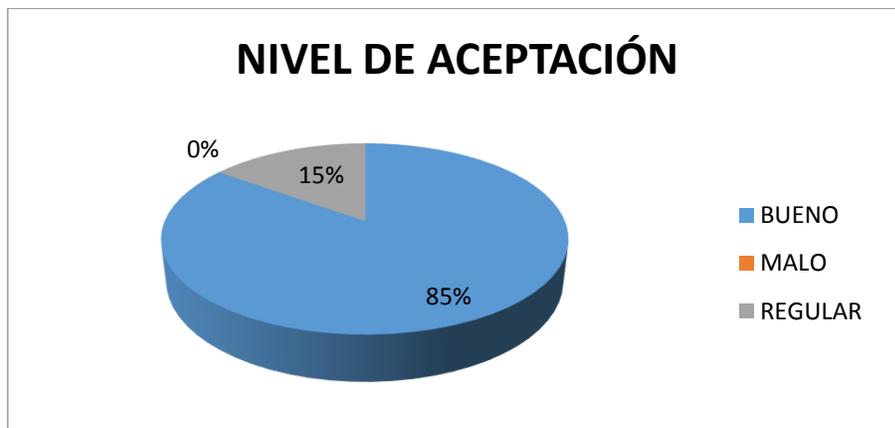
**Objetivo:** Conocer el nivel de aceptación del producto Juventi elaborado con agua alcalina.

Para conocer y evaluar la aceptación del nuevo producto se aplico una pequeña encuesta final con los resultados que se muestran a continuación:

Pregunta 1

<b>CUADRO NRO.5 : NIVEL DE ACEPTACIÓN PRODUCTO</b>		
<b>INDICADORES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
BUENO	17	85%
MALO	-	0%
REGULAR	3	15%

<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
--------------	-----------	-------------



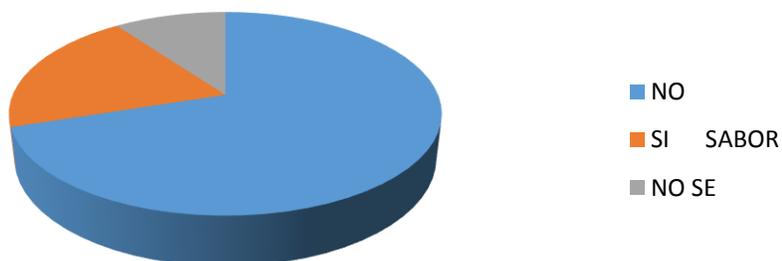
#### Análisis

De los 20 trabajadores encuestados el 85% de ellos clasifican el nuevo producto de bueno mientras que el 15% restante lo clasifican de regular.

#### Pregunta 2 y 3

<b>CUADRO NRO.6 : NIVEL DE COMPARACIÓN ENTRE LOS PRODUCTOS</b>					
<b>INDICADOR</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>COMPARACIÓN</b>		
			<b>SABOR</b>	<b>OLOR</b>	<b>DULZOR</b>
SI	4	20%	4	-	-
NO	14	70%	-	-	-
NO SE	2	10%	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## COMPARACIÓN ENTRE LOS PRODUCTOS

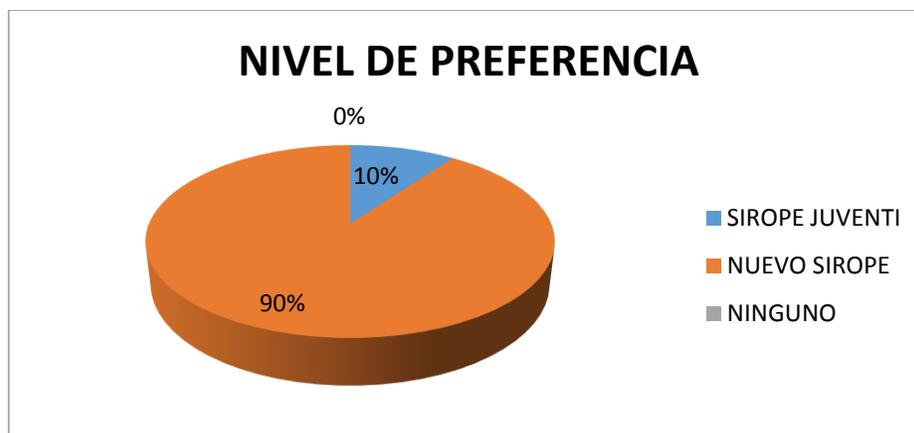


### Análisis

De los encuestados el 20% le encuentran diferencia, mientras que un 70% no le encuentra ninguna diferencia con respecto al Sirope Juventi y solo el 10% no saben si tiene diferencia o no. De los que le encuentran diferencia todos coinciden en que está en el sabor, debido a que encuentran en el nuevo producto un sabor más pesado y acentuado.

### Pregunta 4

<b>CUADRO NRO.7 : NIVEL DE PREFERENCIA</b>		
<b>INDICADORES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SIROPE JUVENTI	2	10%
NUEVO SIROPE	18	90%
NINGUNO	-	0%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

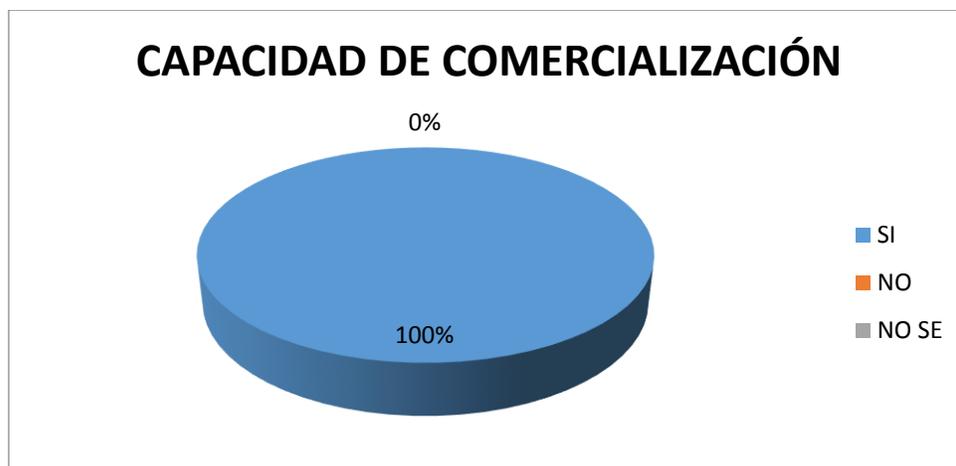


#### Análisis

De los trabajadores el 90% prefieren el nuevo producto por los beneficios que traería consigo su consumo mientras que el 10% restante prefieren el Juventi porque les gusta más el sabor.

#### Pregunta 5

<b>CUADRO NRO. 8 : CAPACIDAD DE COMERCIALIZACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO</b>		
<b>INDICADORES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	20	100%
NO	-	0%
NO SE	-	0%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>



#### Análisis

El 100% de los encuestados aseguran que el nuevo producto tendrá gran comercialización y aceptación por parte de la población ya que se estará consumiendo un producto sabroso, refrescante y beneficioso para la salud como fue clasificado por casi todos los trabajadores del centro.

#### 3.9 Análisis económico

El análisis económico en este proyecto no arroja diferencia significativa con respecto al Sirope Juventi, debido a que el proceso productivo se mantiene igual en cada una de sus etapas, así como todas las materias primas que se utilizan para elaborar el sirope se mantienen constante a excepción del agua alcalina electrolizada que se obtiene al aplicarle electricidad al agua obtenida del pozo de la propia entidad. La electricidad que se empleara se recibirá de un panel solar, por lo que los gastos de agua y electricidad no son significativos.

El agua alcalina electrolizada es abundante en sodio por lo que con el nuevo producto se eliminara del proceso la pequeña porción de NaCl que se le adicionaba pero al ser mínima la cantidad que se le adicionaba es despreciable. En materia económica el nuevo sirope no reportará gastos significativos para la UEB Biopropósito de España Republicana por lo que será un proyecto viable desde el punto de vista económico.

## Conclusiones parciales del capítulo

- 1 De los trabajadores encuestados solo un 10% conocían del agua alcalina electrolizada
- 2 El 100% de los trabajadores después de conocer sobre los beneficios del agua alcalina quisieran consumirla en su dieta diaria.
- 3 Mediante los balances de masa y energía se pudo cuantificar todos los flujos que se manejan en cada etapa del proceso.
- 4 Mediante la electrólisis se puede obtener un agua alcalina electrolizada abundante en hidrógeno y un agua ácida abundante en oxígeno.
- 5 El sirope al ser rehidratado con agua de pH 6.9 aproximadamente neutra tiene un valor de pH de 5.89, mientras que el rehidratado con agua alcalina de pH 8.4 posee un pH 6.89 cercano a la neutralidad.
- 6 De los trabajadores 85% califica al nuevo sirope de bueno, y la diferencia más marcada con respecto al Juventi radica en el sabor.
- 7 El 100% de los trabajadores afirman que tendrá el nuevo producto un gran mercado y aceptación.
- 8 La electrólisis utilizando un electrodo de acero inoxidable brinda mejores resultados en un menor tiempo.
- 9 La posibilidad de diseñar un electrolizador que satisfaga la capacidad industrial de la UEB se encuentra a la mano debido a su corto período de tiempo y que todos los materiales se encuentran disponibles en la entidad.

## **Conclusiones**

- 1 Con la utilización de agua alcalina electrolizada (ERW) en el proceso productivo de Sirope Juventi se demostró que es factible de realizar debido a que se obtiene un producto con mayores propiedades, beneficios y que asegurará una mejor comercialización para la UEB Biopropósito de España Republicana.
- 2 Las bases teóricas y prácticas demuestran que se puede obtener agua alcalina por electrólisis para utilizar en el proceso productivo.
- 3 Desde el punto de vista económico es viable la propuesta de realizar Sirope Juventi utilizando agua alcalina electrolizada.

## **Recomendaciones**

1. Elaborar la propuesta de diseño de un equipo para la electrólisis que pueda cumplir con las capacidades industriales de la UEB.
2. Introducir el agua alcalina electrolizada en otros sistemas de productos Labiofam.
3. Evaluar la comercialización del sirope de forma rehidratado para que de esta manera el producto sea consumido con calidad.
4. Realizar otras investigaciones sobre el agua ácida que se obtiene como producto de la electrólisis.

## Bibliografía

1. ¿Agua, jugo o bebidas?: Conoce la mejor opción para hidratar el cuerpo en verano. (2016). Recuperado de <http://www.emol.com/noticias/Tendencias/2016/02/02/786478/Agua-jugo-o-bebidas-Conoce-lamejor-opcion-para-hidratar-el-cuerpo.html>
2. AQUAGOLDEN. (2013). AQUAGOLDEN. La Historia del Agua Alcalina: 3. Batmangheidj, F. (2009) El agua Alcalina. Sitio web La Iluminación.
4. Batmangheidj, F. M.D. Your body's many cries for water. Box 3189, Falls Church, VA 22043, U.S.A.
5. BARONA Wilson. Tesis. Diseño de una planta para la producción de agua apta para el consumo humano.
6. Beneficios que te brinda el agua (s.f.). Recuperado de <http://www.salud180.com/salud-dia-dia/10-beneficiosque-te-brinda-el-agua>
7. Cortijo Herrera, D (2013). Desalcalinización del agua mediante intercambio iónico. Universidad de Lima. Lima, Perú.
8. Chaca Alcivar, G. A; Piguave Gutiérrez, M.M (2015). Estudio del efecto citroprotector de alliumsativum (ajo) y agua alcalina en las células  $\beta$ .
9. Chen, JCP. 1993. Cane Sugar Handbook: a manual for canesugar manufacturers and their chemists. Trad. C. Álvarez y C. García. 11º ed. México, D.F. Limusa, p.27, 28, 465-467.
10. Ecogaia. (09 de agosto de 2010). Efectos Curativos del Agua Alcalina Ionizada. Recuperado el 07 de agosto de 2015, de Ecogaia: <http://www.ecogaia.com/efectos-curativos-del-agua-alcalina-ionizada1892.html>
11. Ecoportal. (19 de noviembre de 2014). El agua que lo cura todo: alcalina y sin cloro. Recuperado el 03 de junio de 2015
12. (EFSA) EFSAP. Scientific opinion on dietar y reference values for water. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Italia: European Food Safety Authority, Parma, 2010.

13. Falkenmark, M. (1997). Meeting water requirements for an expanding world population. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 352, 929-936
14. Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M. y Paris, M. (2003). Protección de la calidad del agua subterránea, guías para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Ed. Banco Mundial. Washington, D.C.
15. Grobet, M y Córdova, A. (2016). Agua alcalina: más marketing que ciencia. Encuentro de Investigación CUAM 2016. Centro Universitario Anglo Mexicano, México Área: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud. Nivel: Preparatoria.
16. Hayashi, H. (2000). Clinical Applications of electrolyzed-reduced water. Symposium "Advanced functional foods and water for prevention of disease".
17. Henry, M y Chambron, J. (2013). Physico-Chemical, Biological and Therapeutic Characteristics of Electrolyzed Reduced Alkaline Water (ERAW). *Water Journal*, 5, 2094-2115.
18. Hermoza Choque, J. A (2018). Diseño de un sistema de desinfección de envases en el proceso de envasado de agua alcalina "Andea" de la empresa cervecera Cusco S.A.C. Para Optar al Título de Ingeniero Industrial. Universidad Andina de Cusco. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Cusco – Perú.
19. James, C.P. Manual de la caña de azúcar México, limosa, 2014.
20. Jéquier, E y Constant, F. (2009). Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr.* [Online] September 2, 2009.
21. Kaufman, A; Johnston, N (2012). Potential Benefits of pH 8.8 Alkaline Drinking Water as an Adjunct in the Treatment of Reflux Disease. 1242-042-D
22. Keenan, Joseph H., Keyes, Frederick G., Hill, Philip G., Moore Joan G. (1988). Steam Tables. Edición Revolución.
23. LABIOFAM (2006). Carta tecnológica del Sirope Juventi.
24. León Condo, L.A, (2017). Estudio fisicoquímico en tuberías de hormigón en agua con pH alcalino elevado. Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Químico. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Química.

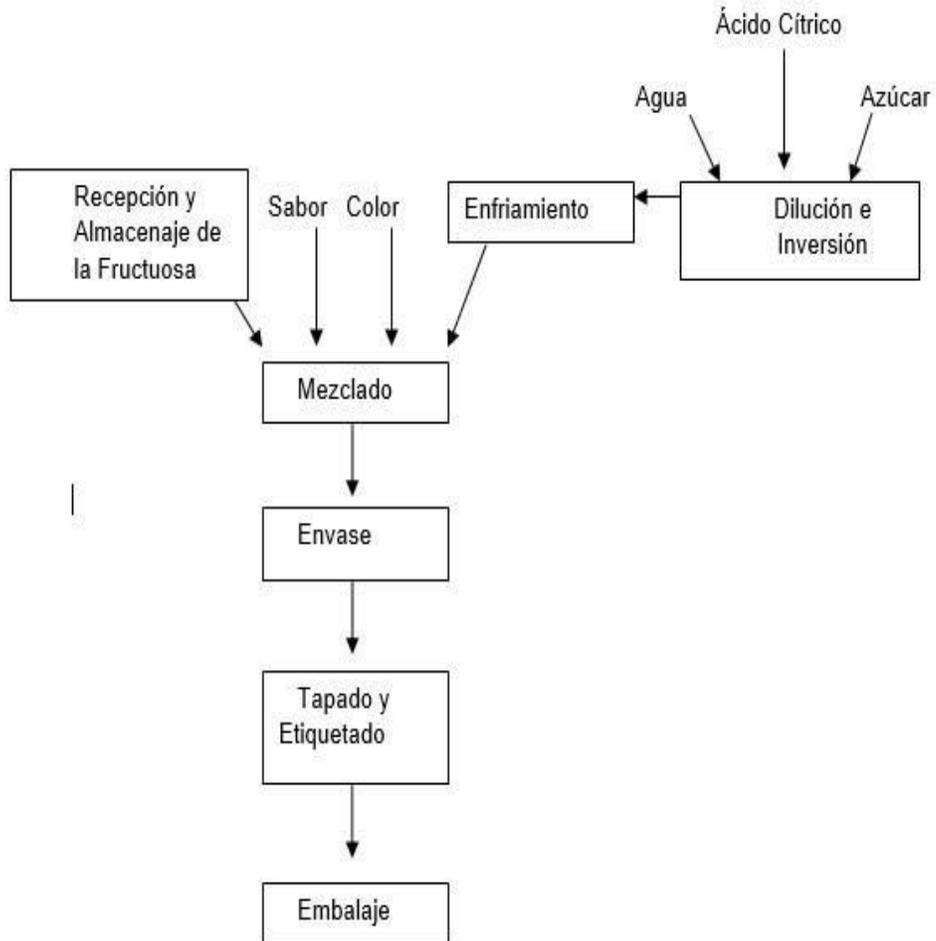
25. Li, Y., Hamasaki, T., Teruya, K., Nakamichi, N., Gadek, Z., Kashiwagi, T., . . . Shirahata, S. (2012). Suppressive effects of natural reduced water on alloxan-induced apoptosis and type 1 diabetes mellitus. *International Journal of Cell Culture and Biotechnology*, 281 - 297.
26. Luis Ramírez, N .M; Mavila Vilca, R.L (2017). Proyecto de inversión para la comercialización de agua alcalina ionizada embotellada en los gimnasios del distrito de los Olivos. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Industrial. Lima, Perú.
27. Méndez, Carmen. (2014). Desarrollo de biocatalizadores termoestables basado en la invertasa de *thermotoga marítima* para la hidrólisis total de la azúcar de caña. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. La Habana CEPES, Vol. 4, No.2, p.3-4.
28. NC-277:2008. Aditivos alimentarios. Regulaciones sanitarias.
29. NC-379:2005. Determinación de Pol en azúcares blancos. Método gravimétrico de la masa normal.
30. NC-382:2005. Determinación del color de una solución de azúcar blanco. Método fotocolorimétrico.
31. NC-423:2005. Determinación de pH en azúcares blancos.
32. NC-424:2005. Determinación de los sólidos disueltos en azúcares blancos.
33. NC-493:2015. Contaminantes metálicos en alimentos. Regulaciones sanitarias.
34. NC-585:2015. Contaminantes microbiológicos en alimentos. Requisitos sanitarios.
35. NMX-F-169-1984. Alimentos para humanos. Jarabes. Foods for humans. Syrups. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
36. NRMN° 684-2015/MINSA. Norma Técnica Sanitaria aplicable a los azúcares y jarabes destinados al consumo humano. Vig septiembre 2015.
37. Molina Montoya, Rony (2015). Análisis de la pérdida de jarabe terminado en la producción de bebidas carbonatadas con mayor índice de merma en una

- embotelladora. San José 120 h. Tesis en opción al grado de licenciatura en Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica
38. Proc. 20th Session ICUMSA, 1990, 266.
  39. Quezada, S.M. & Hernández-Peñaranda, A. (2012) Producción de jarabe de fructuosa con enzimas inmovilizadas en un proceso continuo a partir de tiquisque (*Xanthosomasagittifolium*). Costa Rica: Ciencia y tecnología, Vol 28.
  40. Paz Cumbicus, C. S; Ortega Roque, M. M (2014). Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa de procesamiento de agua alcalina antioxidante para el Cantón Loja. Tesis previa a la obtención del Título de Ingenieros Comerciales. Universidad Nacional de Loja, Área Jurídica Social Y Administrativa Carrera de Administración de Empresa. Ecuador
  41. PNUMA (2008). Water Quality for Ecosystems and Human Health. 2<sup>a</sup> ed. PNUMA, ERCE, UNESCO.
  42. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias ISSN: 1010-2760. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. Cuba.
  43. Revelo Imbaquingo, D.R (2016) Factibilidad para la implementación de una planta purificadora y envasadora de agua alcalina ionizada en la ciudad de Quito "Aguita". . Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero en Marketing. Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Quito – Ecuador.
  44. Rivera, M, *et.al.* (2016). Caracterización fisicoquímica de los siropes comerciales preparados a base de sacarosa. *Revista electrónica Tecnología en marcha*. No 4. Costa Rica. (Citado 10 de enero de 2018).
  45. Shitahata, S., Hamasaki, T., & Teruya, K. (2012). Advanced research on the health benefit of reduced water. *Trends in Food Science & Technology*, 23, 124-131.
  46. Shirahata S. Reduced water for prevention of diseases. *Animal cell technology: Basis and Applied Aspects* 2002.

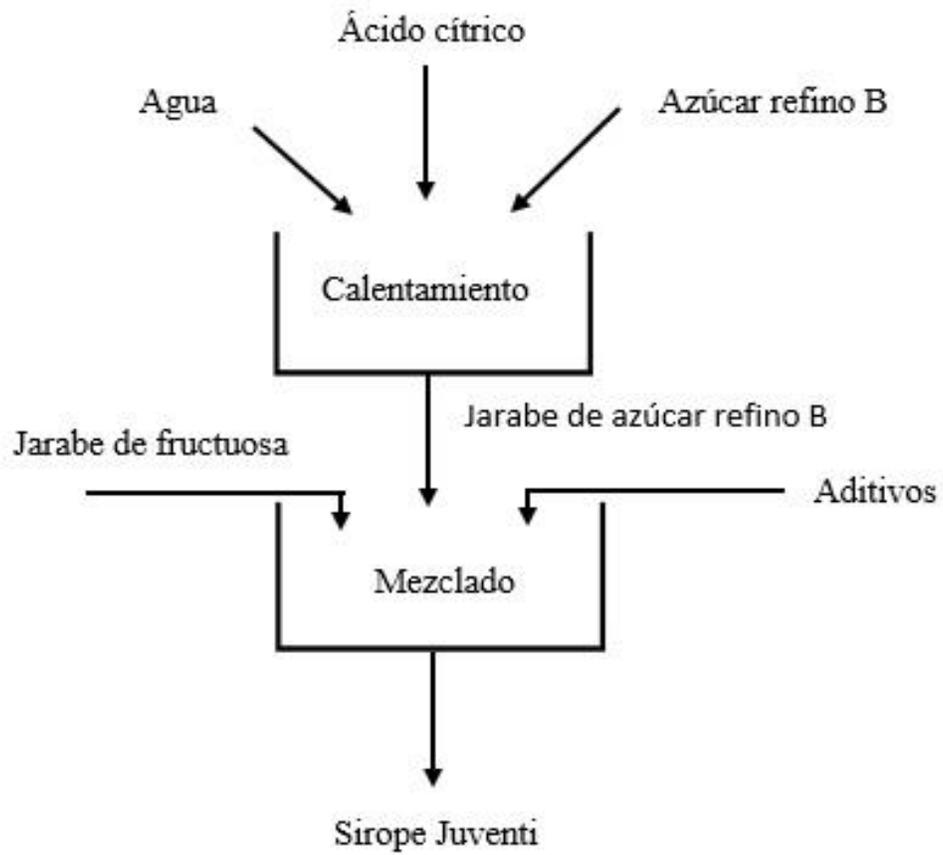
47. Teijón, J. & Garrido, A. (2006). Fundamentos de bioquímica estructural. 2 ed. Madrid: Editorial Tébar.
48. Torres, Liadna (2018). Análisis del proceso de producción de Sirope Juventi en la UEB España Republicana. Trabajo de diploma para optar por el título: Ingeniero Químico.
49. UNDP (United Nations Development Programme). (2006). Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. Human development report, N.Y., USA.
50. Vian, Á. (2006). Introducción a la química industrial. Barcelona: Editorial Reverté.
51. Voet, D., Voet, J. & Pratt, C. (2008). Fundamentos de bioquímica, la vida a nivel molecular. 2 ed. España: Editorial Panamerican.

## Anexos

### Anexo 1 Diagrama del proceso tecnológico.



Anexo 2 Diagrama para el balance de masa.



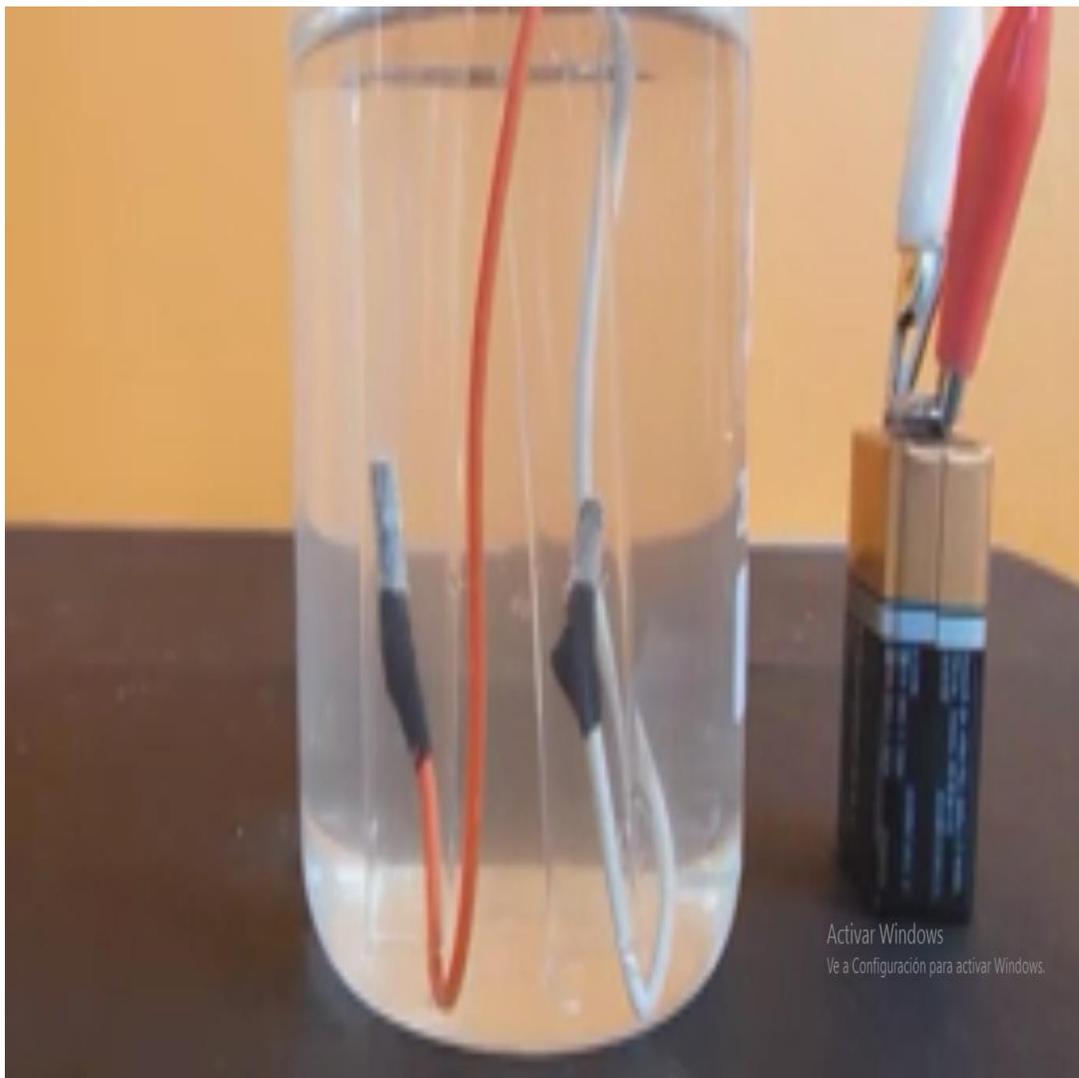
**Anexo 3 Electrólito de carbón.**



**Anexo 4 Electrólito de acero inoxidable.**



## Anexo 5 Electrólisis



Pausa



Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.



Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

## Anexo 6

# AGUA DETOX

PARA DESINFLAMAR

Además de ayudarnos a desinflamar, esta bebida nos hidrata, alcaliniza y mejora la digestión.

-  Jugo de 2 limones
-  1/2 pepino en rodajas
-  10 hojas de menta
-  2 rodajas de jengibre
-  1/2 litro de agua
-  Hielo al gusto

Deja reposar en el refrigerador durante 30 minutos.



Anexo 7



 MercadoLibre - Mercad...   

Agua Alcalina Ionizada Y  
Antioxidante - Hidratació...

## Anexo 8 Presentación del Sirope Juventi



**INGREDIENTES:**

Azúcar refinado, sabor, ácido cítrico (SIN:330), aromas naturales y colorantes.

Cocitel: colorante SIN:110, SIN:124  
Cola: colorante pardo  
Fresa: colorante SIN:124  
Guayaba: colorante SIN:124  
Granadina: colorante SIN:124  
Mandarina: colorante SIN:110, SIN:124  
Marzana: colorante SIN:131  
Montecado: colorante SIN:102, SIN:110  
Melocotón: colorante SIN:110, SIN:124  
Melón: colorante SIN:124  
Naranja: colorante SIN:110, SIN:124  
Piña: colorante SIN:102, SIN:110  
Pera: colorante SIN:102, SIN:110

Información Nutricional	-----	100 gr
Proteínas	-----	0 gr
Grasas	-----	0 gr
Carbohidratos	-----	70 gr
Energías	-----	280 kcal

ALMACENAR A TEMPERATURA AMBIENTE

1 Litro SIROPE + 5 Litros AGUA = 6 Litros REFRESCO

**Sirope Juventi** REFRESCATE CON EL SABOR

**LABIOFAM**  
Grupo Empresa

**PRODUCTOR:**  
EMPRESA LABIOFAM MA  
UEB BP España República  
Calle 14 S/N, e/ 21 y 2  
Periodo Matanzas, Cuba

Lote:  
Fabricación:  
Vence:

CONT. NETO: 1L