

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 ESTADO DEL ARTE.....	4
1.1.1 Tratamiento del Agua.....	7
1.1.2 Elaboración de jarabes simples y terminados.....	8
1.1.3 Pasteurización del producto.....	10
1.1.4 Carbonatación	12
1.1.5 Lavado y llenado.....	13
1.1.6 Automatización e integración de procesos	15
1.1.7 Producción de bebidas no alcohólicas en Colombia.....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	17
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. MARCO TEÓRICO	20
3.1 Clasificación de bebidas no alcohólicas a base de fruta.....	20
3.2 Descripción general del proceso de producción de refrescos basado en la planta de Postobón.	21
3.3 Equipos y dispositivos a utilizar en el proceso	23
3.3.1 Elementos de mezcla.....	23
3.3.2 Instrumentación y control del proceso.....	25
3.3.3 Control de calidad del proceso.....	27
4. METODOLOGÍA	29
5. CRONOGRAMA.....	33
6. PRESUPUESTO	34
7. BIBLIOGRAFÍA	35

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Dentro de la industria de alimentos y bebidas, existe un sector de bebidas no Alcohólicas que conocemos más comúnmente como refrescos, jugos y gaseosas. Es un sector amplio con crecimiento acelerado y que cubre todo rincón del planeta con sus subproductos y se fabrica casi que en el 95% de los países del mundo¹. Es un producto que no discrimina nivel socio-económico y que en cualquier rincón del planeta se consigue y se consume ya sea producido de manera artesanal o en las megaindustrias controladas por multinacionales.

A nivel mundial esta industria se encuentra en más de un 60% industrializada, siendo los países del primer mundo pioneros en el desarrollo de maquinaria y última tecnología de producción, quienes pueden producir grandes volúmenes, tienen amplia variedad de productos y son competitivos con precios asequibles para cualquier persona sin importar estrato social.

Sin embargo en los países menos desarrollados y que no pertenecen a un primer mundo, hay un mercado latente en constante crecimiento, asumido en varias formas por las multinacionales llegando a acaparar el mercado y planteando una dura competencia con el local.

Básicamente el pequeño productor en países emergentes ve problemas en su producción local al no tener un brazo financiero que lo apalanque, tienen que comprar muchas veces su materia prima a costos más elevados por las cantidades reducidas de su producción y para poder tener una buena rentabilidad debe tener un mercado amplio, pero este interfiere ya que la sobreproducción en ciudades principales lo pone a competir con las grandes multinacionales.

En Colombia la situación no es diferente, la producción de refresco es dominada básicamente por grandes grupos industriales que tienen todo el poder para inundar el mercado con productos a bajos precios hasta no obtener utilidad para introducir una nueva marca con grandes campañas de publicidad. Aunque el sector de las bebidas mantiene fabricantes de sector de industria PyMEs en su mayoría familiares, con gran vocación de trabajo, experiencia, emprendimiento e inquietud, no se ha trabajado en sus necesidades

¹ Informe Rabobank sobre el mercado mundial de bebidas: 'sedientos de crecimiento' En: Diario de Gastronomía [En línea]. (8 Feb., 2013). Disponible en: <http://diariodegastronomia.com/tendencias/investigacion/13524-informe-rabobank-sobre-el-mercado-mundial-de-bebidas-sedientos-de-crecimiento.html>

insatisfechas como la carencia de tecnología, falta de infraestructura al no contar con espacios aptos para la producción de las bebidas, equipos adecuados, además que no cuentan con recurso humano capacitado por los bajos salarios que pueden pagar, carecen de programas de capacitación y entrenamiento que les permita crecer administrativa, técnica y productivamente, no existe programas directos al sector que fomenten, promocionen, el crecimiento de estas empresas en sus regiones.

Con base a la premisa que cada PyMEs del sector es diferente en aspectos de producción, maquinaria, locación y que tal vez no tienen todas las mismas problemáticas mencionadas, se ha decidido plantear soluciones de ingeniería con la experiencia que se tiene del sector. Un proyecto acorde y enfocado a la pequeña y mediana industria (con capacidad productiva de 500 a 1.000 L/h) que fabrica refrescos a base de agua con materias primas básicas como azúcar, Pulpa de fruta líquida, conservantes, colores y sabores artificiales.

Este trabajo surge de la necesidad actual de incorporar diseño y tecnología, reemplazar los procesos de producción actual generando soluciones en la pequeña industria en aspectos como:

- Reducción en los tiempos de fabricación de las bebidas disminuyendo con esto costos de operación y aumentando productividad.
- Disminución en el desperdicio de materias primas que se presentan actualmente por manipulación manual en el proceso.
- Oportunidad de fabricar una variedad de productos con los mismos equipos, solo cambiando los aditivos en las recetas. De esta manera se crea la posibilidad de ampliar su espectro comercial.
- Ahorro de espacio locativo con equipos compactos
- Obtención de un producto de gran calidad tanto físico-Química, como biológica que cumpla con las normativas actuales de la legislación Colombiana.
- Capacitación del personal, ya que al implementar la tecnología en el proceso es necesario que se acople el trabajador con el nuevo desarrollo.

1.1. ESTADO DEL ARTE

La producción en el sector de las bebidas refrescantes, gaseosas y jugos de fruta se ha incrementado a nivel mundial durante los últimos años (América Latina con un crecimiento del 60.1%, Norteamérica 14.3% durante el 2012)² como también la consolidación de grandes grupos industriales a través de la adquisición y fusión de marcas y embotelladoras liderando principalmente en este proceso la compañía Coca-Cola FEMSA, consiguiendo excelentes resultados no solo en términos económicos sino siendo cada vez más prominente en el mercado latinoamericano y siendo líder a nivel mundial; *“La empresa cerró el año 2012 adquiriendo un 51% de la Coca-Cola Filipinas y abrió el segundo semestre de 2013 con la fusión con el Grupo Yoli. Ambos movimientos atienden a la idea del grupo de expansión por medio de adquisición y a tener cada vez más un portafolio internacional. De igual manera, Arca Continental, segunda embotelladora de América Latina, comenzó el año inaugurando una planta en Tucumán, Argentina, donde prevé poder duplicar su capacidad de producción”*³. Estos movimientos globales hacen que casi el 80% del mercado sea dominado por conglomerados multinacionales que ofrecen grandes portafolios de marcas, sabores, formatos y estilos.

Nuestro país no es ajeno a esta corriente, la marca Andina Colombia Jugos del valle en el 2012 firmó un acuerdo de colaboración con el Grupo Livsmart en Centroamérica para poder distribuir y vender sus jugos en Colombia, con el objetivo a futuro de construir una planta de jugos en el país. Como lo hará la compañía mexicana Coca-Cola Femsa quien invertirá 200 millones de dólares en la nueva planta en Tocancipa a partir del 2013.

De acuerdo con el análisis de Euromonitor Internacional, América Latina se encuentra en tercer lugar en el consumo mundial de bebidas embotelladas por detrás de Estados Unidos y China. Tanto Perú como Brasil tienen la fuerza de un mercado dominado por marcas nacionales que solamente siguen a las grandes marcas de cola con un mercado aun sin explorar con grandes oportunidades de crecimiento. En Colombia, el consumo per cápita entre el 2011 y 2012 de bebidas embotelladas fue aproximadamente de 129 L/año, siendo las gaseosas las que se llevan el mayor volumen de 55 L/año, seguidos por el consumo de cerveza con 44 L/año y el agua de mesa, con 16L/año de acuerdo al estudio realizado por la Corporación de Cervecerías Unidas (CCU), de Chile donde indica que Colombia está

² Informe anual de bebidas 2013 / Revista Industria Alimenticia. Volumen 24. No. 8 (Ago., 2013). México: BNP Publication, 12p.

³ Ibid., p.13.

ubicado en el lugar más bajo entre un grupo de ocho países latinoamericanos.⁴ Esto representa una posibilidad de inversión a corto plazo con mayor rentabilidad, buenos márgenes de crecimiento del consumo, fortaleza en el mercado siendo este un nicho muy atractivo.

La innovación es una de las claves más importantes en el desarrollo del sector, que *“parece producir nuevos productos más rápido de lo que el consumidor es capaz de beberse los”*⁵. Según las nuevas tendencias, los consumidores están cada vez más abiertos a los nuevos sabores, combinaciones de frutas exóticas como por ejemplo guaraná, açai y bayas (frutas nativas de Brasil) y las nuevas cualidades nutricionales. La novedad en los formatos y empaques son cada vez más importante a la hora de introducir nuevos productos o mantener actualizadas las marcas por ejemplo la venta de bebidas en bolsas muestra un gran potencial por su costo y su facilidad de transporte más allá de otros envases. Por otra parte, el endurecimiento del marco legal en países como Bolivia, Costa Rica, Argentina, Chile, Colombia o Brasil con respecto a conducir después de haber tomado alcohol influirá en el consumo de bebidas no alcohólicas, también lo hará las exigencias y regulaciones en algunos casos gubernamentales en procura del cuidado de la salud como es la reducción de calorías y el contenido de azúcar en las bebidas dirigido a utilizar nuevos sustitutos endulzantes creando así nuevos productos.⁶ En términos regulatorios, los TLC, como por ejemplo el firmado por nuestro país abre la posibilidad de consolidar productos en otros mercados aunque el endurecimiento sobre algunas tarifas impuestas a las bebidas no nacionales puede tener también influencia en el sector.

Por lo que respecta al desarrollo tecnológico a nivel mundial en la industria de las bebidas el cual ha sido impulsado por los grupos de investigación de grandes compañías quienes destinan recursos económicos significativos se centra principalmente en los procesos productivos los cuales se pueden clasificar en tres grupos, el primer grupo el proceso químico en el cual se han realizado avances en la creación de nuevos aditivos,

⁴ Mercado de bebidas, con espacio para aumentar en el país En: Portafolio [En línea]. (4 Abril., 2013). Disponible en: < <http://www.portafolio.co/negocios/mercado-bebidas-espacio-aumentar-el-pais> > [Citado 21 Oct. 2013]

⁵ Informe anual de bebidas 2013 / Revista Industria Alimenticia. Volumen 24. No. 8 (Ago., 2013). México: BNP Publication, 14p.

⁶ Salud: Minsalud estudia medidas para regular consumo de gaseosas. En: El Espectador [En línea]. (9 Ago., 2013). Disponible en: < <http://www.elespectador.com/noticias/salud/minsalud-estudia-medidas-regular-consumo-de-gaseosas-articulo-438950> > [Citado 22 Oct. 2013]

conservantes, ingredientes artificiales, desarrollo en la composición enzimática y nutricional de las recetas, manejo microbioal del producto y calidad bacteriológica en el proceso, como también mejoras significativas en los métodos de manufactura reduciendo los procesos y tiempos de producción. El segundo grupo es la producción donde la maquinaria y equipos tienen gran impacto en la eficiencia y rentabilidad de una planta, se han realizado avances significativos en el diseño y fabricación de equipos compactos de procesamiento, con sistemas sencillos de funcionamiento y mantenimiento, los cuales cumplen con altos estándares de calidad y asepsia, dirigidos a ser utilizados en diferentes tareas al momento de ser integrados en líneas de procesos, donde la automatización está generalizada en cada estado de la producción, quien programa, controla, reduce tiempos muertos, registra, etc. facilitando y haciendo más ágil la fabricación de grandes lotes de producto en menor tiempo incrementando la productividad al verse reducidos los costos de producción y mano de obra.

Y el tercer grupo del proceso productivo es el empaquetado, almacenamiento y distribución del producto, como ya se ha mencionado el empaque es de gran importancia para el consumidor por la preferencia y gusto por las marcas como para la industria en materia de publicidad, marketing y venta en el mercado de por si hoy día saturado y muy competitivo. Pero más allá de esto se han realizado avances tecnológicos en los materiales de estos empaques logrando así un mayor tiempo de conservación del producto, creación de barreras en los envases para evitar la entrada y salida de gases (fundamentalmente oxígeno), resistencia del envase a la rotura durante el almacenamiento, distribución y consumo, reducción en la cantidad de materiales en la producción de los empaques siendo de fácil recuperación y reutilización.

El almacenamiento y distribución del producto terminado en la industria está totalmente automatizado, sobre todo el mecanismo de codificación e identificación de productos por lotes con códigos de barras en los cuales se registra toda la información llevando una estricta trazabilidad y el transporte a través de cintas robotizadas en el área acopio.

El proceso productivo para la elaboración de refresco carbonatado, jugo a base de azúcar y/o pulpa de fruta en la industria actual se inicia tratando el elemento más importante que es el agua.

1.1.1 Tratamiento del agua

El agua es la principal materia prima para la fabricación de bebidas no alcohólicas, además de su uso como materia prima el agua es utilizada como agente de limpieza y de enfriamiento, según el uso o calidad, el tratamiento varía, existen cuatro tipos de agua: cruda, clorada, blanda y tratada. El agua utilizada en el proceso de producción de jarabe simple o base para todas las bebidas no alcohólicas es el agua tratada la cual se obtiene mediante el siguiente proceso: primero se procede con una floculación y precipitación de compuestos orgánicos, para esto normalmente se utilizan sulfatos de aluminio o ferroso y cal. El precipitado se elimina mediante purgas continuas. En algunos casos no es necesario este paso por la buena calidad del agua con la que se cuenta en las plantas aunque existen empresas en que se debe realizar por cuestiones de cumplimientos a normas de calidad alimenticias.

Luego el agua pasa por un sistema de filtros. Normalmente se utilizan:

- Filtros de arena, que cumplen la función de retener todas las partículas que quedan en el agua.
- Filtros de carbón activado que retienen todas las sustancias de naturaleza gaseosa como el cloro residual, la eliminación de mal olor y sabor
- Filtros pulidores que retienen partículas de tipo que no hayan sido eliminadas.

En algunos casos, luego del filtrado, algunas compañías aplican una desinfección final con rayos UV inactivando microorganismos.

Esta desinfección se realiza en una unidad la cual esta constituida por una cámara en acero inoxidable, una lámpara ultravioleta, limpiadores mecánicos, ultrasónicos, sensores conectado al sistemas de alarma para el monitoreo de la intensidad de la luz ultravioleta, dispositivos de control de velocidad de flujo y temperatura, balasto (ordena el flujo de electrones). En los últimos diseños desarrollados garantizan que cada microorganismo reciba la dosis de radiación necesaria para ser eliminado, se ha mejorado en el mecanismo

que realiza la agitación del agua para que sea expuesta homogéneamente y reciba la dosis de radiación.⁷

El agua es un componente esencial en la producción de jarabe y siempre existe el riesgo que se transmitan microorganismos perjudiciales para la salud de los consumidores, es por esto que en cada etapa del proceso se analiza mediante tomas de muestras para análisis por parte del área de calidad.

1.1.2 Elaboración de jarabes simples y terminados

Esta operación es la más importante y fundamental porque representa el principal insumo para la preparación de las bebidas. Dado su uso el jarabe terminado representa el factor más costoso del proceso productivo es por esto que su proceso es vigilado cuidadosamente ya que incide directamente en los costos de fabricación del producto.

En la industria actual se aplican dos tipos de procesos para la disolución de azúcar procesos continuos y discontinuos normalmente en soluciones de agua tratada para conseguir jarabe simple, el cual esta estandarizado con una concentración típica entre los 60 y 67°Brix.⁸

Para el proceso discontinuo con sistema de tanque disolutor se utilizan tanques mezcladores con capacidad acorde a la cantidad de azúcar a preparar. El agua tratada es calentada a la temperatura adecuada en un intercambiador de calor y luego es bombeada hacia el tanque dilutor de acero inoxidable dotado con agitadores impulsados desde la parte superior mientras que un transporte neumático o mecánico alimenta el azúcar (ya sea concentrada, en almíbar, azúcar cristalizada industrial) en cantidades determinadas para cada sabor y se mezcla uniformemente por el tiempo necesario. Cuando se finaliza el proceso de disolución, el jarabe de azúcar se filtra para retener las partículas extrañas, se envía a pasteurizar y luego, pasa hacia un tanque pulmón.

En el procesos continuos con sistemas disolutores caliente/frío se puede realizar ya sea en frío como en caliente en el mismo conjunto. Estos procedimientos requieren un silo con azúcar (ya sea concentrada, en almíbar, azúcar cristalizada industrial) y un tanque de capacidad adecuada para el jarabe de azúcar. El azúcar y el agua se alimentan al tanque

⁷ DOMINGUEZ, Laura. Tecnologías para la Industria Alimentaria: Luz ultravioleta en la conservación de alimentos [En línea] http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/ficha_02_ultravioleta.pdf

⁸ Sistema disolutores de azúcar DI-SUGAR [En línea] <http://www.gea-pe.com.ar/nar/cmsdoc.nsf/webdoc/webb7rujsq>

de disolución en las proporciones adecuadas. Una bomba circula y asegura una suspensión homogénea. Un flujo parcial es suministrado por el tanque buffer, ambos flujos, a través de un filtro (disolución fría) o pasteurizador (disolución caliente) se integran en la filtración y desgasificación. La gran diferencia con el proceso anterior es que se obtiene una calidad más alta en el proceso de disolución, poco desgaste en el conjunto por ende bajo mantenimiento y el sistema puede ser limpiado por un CIP (Cleaning In-Place – limpieza in situ).

Luego de tener el jarabe simple el producto se bombea a tanques que según el producto a fabricar se le adicionaran los demás componentes como son aromatizantes, edulcorantes, colorantes, acidulantes, conservantes, antioxidantes, emulsionantes, estabilizantes y agentes de turbidez de acuerdo a los porcentajes en sus recetas, en el caso de los jugos con pulpa de fruta se adicionan en esta etapa y se obtiene el jarabe terminado. Para esto se realiza el proceso de mezclado.

El siguiente paso es el mezclado de materias primas en sus proporciones correspondientes para la preparación y así dar lugar al producto final, en las grandes empresas se realiza este proceso por lotes, es decir que se produce una cantidad determinada de un producto de unas características específicas. Para determinar el peso exacto de los componentes individuales se utiliza balanzas o caudalímetros de masa los cuales son los más usados, el mezclado de productos con balanzas se usa para mezclas en las que se tienen gran variedad de componentes en pequeñas cantidades.

La tecnología en mezclado con caudalímetro de masa de gran exactitud (por ejemplo caudalímetros másicos, caudalímetros electromagnéticos o ultrasónico) se complementa con el sistema de batería de válvulas de doble asiento las cuales resisten a golpes de presión ofreciendo una gran flexibilidad en el proceso, al permitir el paso de manera automática (por medio de accionamiento de actuadores) de materias primas requeridas anteriormente registrada por el caudalímetro de masa al tanque en el cual se requiere, estas baterías tienen diferentes ramales para agilizar el paso de los diferentes componentes a varios tanques de mezclado al mismo tiempo.

La integración de las baterías de válvulas permite limpiar las tuberías al mismo tiempo que realiza la mezcla durante su accionamiento.

Otra variante del mezclado de jarabes es la tecnología de mezclado en línea continua, en este tipo de proceso se mezclan los componentes líquidos directamente en la misma línea en una proporción constante antes de la elaboración del producto final, el sistema cuenta con controladores digitales los cuales mantienen la proporción de mezcla constante aun en caso de cambio en la proporción por sobrepresiones.

La estructura del sistema de mezclado de línea continua consiste en una línea principal que se alimenta de los componentes a ser dosificados por medio de bombas dosificadoras, estas líneas cuentan con la tecnología de medición de caudalímetros de gran exactitud los cuales influyen directamente en la precisión del sistema asegurando la mezcla exacta de todos los componentes. En caso que se utilicen productos con una viscosidad alta se utilizan mezcladores (estáticos o dinámicos) los cuales son incorporados en el sistema (tanques) para lograr una mezcla homogénea de los productos.⁹

El diseño y construcción del sistema de mezclado continuo empleando líneas de corta longitud garantiza la reducción al mínimo de las pérdidas de producto, baja retención de productos en el sistema, disponibilidad para un amplio rango de capacidades de producción y alta exactitud en la mezcla.

Al terminar la etapa de mezclado, el producto se transporta mediante tubería al pasteurizador para tratarlo térmicamente.

1.1.3 Pasteurización del producto:

El proceso de pasteurización es muy importante para la conservación durante periodos largos de las materias primas y productos terminados, en la actualidad se cuentan con gran variedad de equipos que permite que este proceso sea rentable y con la menor pérdida de calidad posible en el producto.

Para alcanzar esta meta, el producto es tratado térmicamente, se calienta brevemente a la temperatura requerida y se enfría rápidamente, para esto se utilizan intercambiadores de calor tubulares o de placas, de acuerdo al tipo de producto a tratar como son materias primas zumos y bebidas refrescantes y de frutas con o sin pulpa.

⁹ GEA TDS. Técnica de procesos para la industria de zumos de frutas y de materias primas [En línea] <
[http://www.gea-tds.com/tds/cmsresources.nsf/filenames/424es_ZumosDeFrutas.pdf/\\$file/424es_ZumosDeFrutas.pdf](http://www.gea-tds.com/tds/cmsresources.nsf/filenames/424es_ZumosDeFrutas.pdf/$file/424es_ZumosDeFrutas.pdf)>

En los intercambiadores de placas la tecnología y diseño es extremadamente compacta la permite al intercambiador de calor cumplir con tareas térmicas extremas en un espacio físico relativamente pequeño, fabricado en acero inoxidable AISI 316, se compone de placas o módulos lo cual permite fácil incremento o reducción de su capacidad, también es de fácil acceso para realizar inspección y mantenimiento, un desarrollo en sus juntas son las de tipo LOC-IN "sin pegamento" lo cual permite un remplazo rápido reduciendo los tiempos improductivos.

En el mercado se encuentran diferentes tipos de relieves de placas que provén una combinación ideal para la transferencia eficiente de calor, capacidad de producción tratamiento de diferentes productos, se puede seleccionar el diseño más adecuado entre estos existe los tipos de placas como en forma de H con relieve en forma de raspa horizontal, para alta eficiencia térmica, placa en forma de V con relieve en forma de raspa vertical para una menor pérdida de presión, placa M y P con relieve de raspa en V para una mayor resistencia a la presión diferencial y el modelo de placa en N de caudal libre para productos claros, turbios y fibrosos hasta de aproximadamente 5mm de longitud y 1mm de diámetro.

Las principales ventajas de utilizar esta tecnología de intercambiadores es que pueden tratar productos con contenido de pulpa, tienen un buen intercambio de calor, es decir que se necesita poca superficie de intercambio y por lo tanto poca inversión económica, tiene una elevada recuperación de calor (hasta un 96%) lo que significa menores costos de energía y el espacio de montaje es pequeño gracias a la gran superficie de intercambio de calor en un espacio reducido.

Los intercambiadores de calor tubulares también dependiendo de la capacidad de producción requerida y las propiedades del producto se pueden seleccionar el diseño más adecuado, en su parte técnica, los intercambiadores pueden tener uno más tubos ubicados en la carcasa, pueden ser planos o corrugados; en la actualidad se encuentran en el mercado los siguientes tipos: Monotubo (S), para el intercambio de calor directo durante el tratamiento del producto con trozos grandes de pulpa, apto para la limpieza de tuberías por raspado (pigging), el multitubo (M) con intercambiador de calor indirecto, el intercambiador de calor directo producto-producto (P) el cual tiene una variación cuando el producto tiene sustancias fibrosas ya que gracias a su diseño de doble paca tubular se encarga de acelerar

el flujo de manera transversal evitando la sedimentación logrando tiempos de producción más largos.¹⁰

Una tecnología aplicado en las grandes industrias en el proceso de pasteurización es la desgasificación por vacío en el cual se lleva al producto a una temperatura entre 55 y 60 °C, al depósito de desgasificación y a través de válvulas de choque desarrollada específicamente para este proceso, allí se extrae del producto gran cantidad de gases, recuperando los aromas propios del producto mediante enfriadores tubulares reconduciéndolos nuevamente. Esto se realiza con el fin de disminuir la pérdida de la calidad del producto por oxidación.

Para la producción de bebidas refrescantes como son las gaseosas se requiere del proceso de Carbonatación

1.1.4 Carbonatación:

En esta etapa se añade CO₂ a las bebidas gaseosas, el cual consiste en que una vez el producto es mezclado se envía al equipo carbonatador donde se genera la saturación del jarabe terminado con dióxido de carbono gaseoso, donde se presenta la absorción. El jarabe terminado debe ingresar a baja temperatura durante el proceso ya que esto es lo le da la característica de efervescencia y textura a las gaseosas.

El proceso consiste en que el producto es enviado a través de una bomba booster a una unidad de saturación en el cual trabaja bajo el principio Venturi, un control optimizado mantiene la velocidad de flujo a través del saturador con un rango constante de trabajo. El vacío parcial generado en el área de menor área de flujo del saturador causa una disminución de la presión, de esta manera se produce la succión de CO₂. A parte de esto, el corto periodo de tiempo del proceso favorece a la distribución del gas CO₂ haciendo una mezcla homogénea en el producto. El CO₂ es suministrado desde un tanque presurizado hacia el saturador. La constante sobrepresión del tanque de CO₂ permite una carbonatación equilibrada de la bebida. Este procedimiento elimina al máximo la pérdida de CO₂ en el proceso.

El papel fundamental del equipo es conseguir un íntimo contacto entre el CO₂ gaseoso y el producto que tiene que ser carbonatado. Los factores que determinan el grado de

¹⁰ GEA TDS. Sistemas de Intercambio de calor. [En línea] <[http://www.gea-tds.com/tds/cmsresources.nsf/filenames/426es.pdf/\\$file/426es.pdf](http://www.gea-tds.com/tds/cmsresources.nsf/filenames/426es.pdf/$file/426es.pdf)>

carbonatación principalmente son: la presión en el sistema, la temperatura del líquido, el tiempo de contacto entre el líquido y el CO₂, (la afinidad disminuye según aumenta el contenido de azúcar) y a presencia de otros gases.

La mezcla del CO₂ y el jarabe terminado se debe realizar en proporciones adecuadas antes de ser transferidos como una bebida completa hacia la línea de llenado, es decir que la bebida final se forma antes del envasado, es por esto que es crítico el porcentaje de cada uno de estos componentes durante la saturación ya que esto define característica como sabor y aroma distintivo de cada producto. En términos generales, las bebidas de frutas (refrescos) se carbonatan a un nivel bajo y las bebidas refrescantes (gaseosas) un nivel mucho mayor, pueden contener desde 15 a 75 PSI de CO₂.

Por ultimo en el proceso de elaboración de la bebida es el llenado del producto en su envase.

1.1.5 Lavado y Llenado

En algunas compañías toman nuevamente los envases retornables realizando un proceso de lavado y desinfección exhaustivo a fin de asegurar su optima limpieza, normalmente se realiza en máquinas lavadoras automáticas con dos o más fases de inmersión en solución de soda caustica y dos o tres fases de enjuague. El proceso de lavado en las maquinas mencionadas comienza con la inspección de las botellas para evitar la entrada de impurezas que puedan dañar la lavadora. Posteriormente las botellas pasan por una etapa de pre enjuague, luego las botellas son impregnadas de solución de soda caustica con concentraciones variables de 1.5% a 4% y temperaturas de 40°C a 80°C, finalmente se produce el enjuague efectuado en tres fases.

Luego de tener listas los envases son transportados a la llenadora en donde se realiza el proceso de transferencia del producto final desde el tanque que lo contiene hacia en envase, son tapadas o selladas y codificadas.

En la industria de las bebidas se manejan gran variedad de soluciones completas de líneas de llenado ya estandarizadas. Lo que hace la diferencia entre una maquina a otra principalmente es la tecnología de como determina el volumen exacto de producto a transvasar, la utilización de alguna de estas depende también de su aplicación específica,

de las condiciones de fabricación del producto y cantidad de producción al igual que el costo. Algunas de las posibilidades que se encuentran en el mercado son¹¹:

- *Líneas de llenado de nivel* la cual cuenta con dispositivos de tipo mecánico, son de uso tradicional, el nivel es determinado por la longitud de la cánula que se introduce en la botella durante la fase de llenado.
- *Líneas de llenado por gravedad* especiales para llenado de productos lácteos, jugos, agua sin gas, como su nombre lo indica el cabezal de llenado es por gravedad, simple, solo una parte móvil con sello único de silicona, incluye mecanismo para el nivel y retorno de aire, apto para manejo bases de botellas y cuellos, cuenta con un panel de control para la visualización y control.
- *Líneas de llenado Fillstar HF* utilizadas para llenado de jugo de frutas y bebidas sin gas, la característica principal de este equipo es que permite el llenado en caliente (hasta 95°) y la recirculación de producto ya que cuenta con un tanque externo para este fin, maneja botellas de vidrio o plástico, cuenta con colectores de producto en el carrusel de llenado.
- *Líneas de llenado neumático a contrapresión* la cual se utiliza para llenado de bebidas gaseosas carbonadas principalmente como de otras bebidas, cuenta con un desarrollo importante en su válvula de llenado la cual tiene un dispositivo de apertura y cierre de válvula de tres posiciones accionada por un actuador neumático con un compensador de desgaste, además cuenta con una válvula de retención la cual no permite el retorno de aire proveniente de las botellas, sin derramar líquido extra después de que el nivel haya sido alcanzado, y ajuste automático de altura para tubo de venteo.
- *Líneas de llenado volumétrica electrónica a contrapresión y la llenadora ponderal* la cual se utiliza para el llenado de bebidas sin gas, bebidas gaseosas carbonatadas, jugos de frutas, todo tipo de bebidas. Se caracteriza por contar con un cabezal de llenado volumétrico electrónico a contrapresión con caudalímetro magnético o másico y/o sensor como balanza con celda de carga, permitiendo el paso de fluido

¹¹ BOLZONI, Manuel. Sistemas de Llenado para el sector de Bebidas. OCME. 2012

hacia la botella el cual se interrumpe en función de los parámetros de producción programados totalmente automatizado y controlado por PC, tienen válvulas de membrana que son utilizadas para presurización, separación de aire de retorno y soplado, la tobera de llenado no tiene contacto alguno con el cuello de la botella garantizando un llenado aséptico. La diferencia entre una y otra es la ubicación del medidor; llenadora la volumétrica tiene el caudalímetro instalado en la boca de llenado y en la ponderal el sensor está en la celda de carga con la tara ya programada que dispara la válvula de llenado. Las dos son llenadoras electrónicas por excelencia de última tecnología.

1.1.6 Automatización e integración de procesos:

El incremento de la productividad y el aseguramiento de la calidad en la etapa productiva son las razones actuales para una creciente automatización de los procesos, de esta forma se diseñan las instalaciones para que todos los parámetros relevantes de fabricación se puedan controlar, supervisar, detectar fallas, programar paradas, documentar procesos de manera automática.

Abarca desde controles independientes de equipos hasta la automatización de instalaciones en red, con sus correspondientes sistemas de información y gestión. La estandarización de la automatización en la industria alimenticia de producción por lotes se realiza acorde con la norma ISA-S88.

En el manejo y visualización de los procesos se han diseñado interfaces amigables con el usuario permitiendo una navegación intuitiva con una estructura lógica que permite un acceso fácil, completo y rápido a los menús, procesos, información al tiempo que es seguro el sistema. Los sistemas de control permiten el registro simultáneo de valores de medición y de estados de conmutación consiguiendo la optimización de los procesos.

La posibilidad de registrar los datos de las mediciones efectuadas y el registro de eventos facilita la creación de una base de datos que permite el análisis práctico de las diferentes variables que se manejan por medio de la generación de informes parametrizables, a su vez se puede usar para clasificar e identificar lotes individuales o producciones completas y realizar seguimiento de la vida del producto. Una gran ventaja para la industria es que estos sistemas se pueden acoplar a plataformas o módulos como por ejemplo a SAP.

1.1.7 Producción de Bebidas no alcohólicas en Colombia

La actividad del procesamiento de bebidas hacen parte del sector de la agrícola y manufactura del país y se caracteriza por tener una cadena productiva desde la siembra como por ejemplo de la caña de azúcar y de la fruta, que son la materia prima para su fabricación , luego ingresa al sector industrial donde se realiza su transformación que da como resultado la elaboración bebidas refrescantes, jugos naturales, concentrados de pulpa por ultimo estos productos ya empacados ingresan al círculo del comercio, ya sea al comercio minorista con la distribución tienda a tienda donde o al comercio mayorista de grandes almacenes de cadena o comercializadores internacionales.

Este sector en Colombia se ha caracterizado por estar dominado por pocas empresas que cuentan con gran trayectoria y tradición. Entre ellas esta Coca-Cola Femsa, Postobón de la organización Ardila Lule, PésiCo cuya franquicia la maneja Postobón, recientemente la transnacional Aje Colombia cuya marca líder es BigCola y otras compañías como Nestle, Alpina, Meals, Quala que también hacen parte de este selecto grupo. Estas grandes compañías cuenta con grandes fortalezas por la incorporación de tecnología de punta en sus procesos, la generación de empleo principalmente en por el gran tamaño de las embotelladoras y plantas de producción, la eficiencia en los procesos de distribución y entrega y la innovación de productos.

En cuanto a las empresas medianas y pequeñas no se puede decir lo mismo su nivel tecnológico e investigativo es bajo, no hay inversión y mejoramiento de sus instalaciones, los procesos en estas empresas en algunos casos son semi automatizados o manuales, por segmentos causando pérdidas de tiempo en producción, algunos equipos son remanufacturados o hechizos, causando pérdidas grandes de energía, producto y sobrecostos en mantenimiento, por estas razones se presenta contaminación durante la fabricación, diferencias en las características propias del producto entre diferentes lotes, afectando así su calidad. Aunque el proceso para la fabricación de bebidas refrescantes y jugos es en esencia es el mismo.

1.2 JUSTIFICACION:

¿Porque diseñar una planta compacta para la elaboración de refrescos y jugos?,

Pues bien, se apuesta al desarrollo de equipos automáticos enfocados al sector actual de las PyMEs que producen actualmente refresco y jugo y que mantienen altas necesidades de innovación en producción, ahorro y calidad, pero también se abordara a los nuevos empresarios que vean atractivo la producción de refrescos y jugos en sitios apartados donde sea difícil el transporte desde ciudades principales y que quieren cubrir un pequeño mercado local municipal, apoyado en la dinámica de crecimiento económico actual del país y el poder adquisitivo que tienen los ciudadanos y en la industria turística de algún sector.

Siempre se ha pensado en el desarrollo en ingeniería de la vanguardia tecnológica en la industria alimenticia de gran volumen, pero nunca se ha tomado la industria pequeña para realizar desarrollos que por lo mínimo puedan satisfacer algunas necesidades propias de esta industria. La globalización en la mayoría de ocasiones favorece al grande productor mientras al pequeño lo aísla del mercado central, y no le permite abarcar ningún segmento de la sociedad.

La ayuda como se menciona es muy poca en este sector de Bebidas y la PyMEs, se sabe que la industria de las bebidas en general lo abarcan unos pocos grupos industriales del país y es un sector que mueve mucho dinero al año, muchas fábricas pequeñas han quebrado y unas pocas subsisten con productos cada vez menos atractivos al cliente final. El mercado y el cliente existen actualmente, se debe recuperar, rentabilizar la producción en un sector de esta industria y que tiende a estar condenado al fracaso por la presión de la industria grande y por la exigencia del cliente, pero otro modelo de producción y mercado debe ser creado para que pueda ayudar a muchos que viven de la fabricación y comercialización de este producto, y a otros que les pueda ser interesante.

El campo que se quiere atacar con este proyecto es la rentabilidad de la producción en la fabricación y el modelo actual de la maquinaria, ofreciendo equipos compactos modulares capaces de fabricar refrescos de varios sabores a base de azúcar/agua de manera automática que ahorre tiempos, materias primas y operarios y que ofrezca un producto de calidad y variedad comparado con las mega industrias existentes, que pueda ofrecer al mercado productos competitivos y reduciendo la capacidad logística de espacios y

requerimientos de servicios industriales que puedan llevar a intensificar la producción necesaria en todas las ciudades y pueblos sin la limitación de transporte, y llevando al ciudadano a comprar productos de la región dinamizando la economía de los mismos pueblos donde está la fábrica en la que se implanto el diseño.

Este proyecto se enfocara en los módulos básicos de Fabricación de Jarabe simple y compuesto, modo de pasteurización, módulo de llenado y módulo de servicios industriales, no se pretende diseñar elementos y componentes que ya se consiguen en el como lo son bombas, válvulas, intercambiadores , llenadoras etc. si no investigar el proceso de fabricación, que componentes y maquinaria se necesita para su elaboración, buscar los fabricantes actuales de estas maquinarias en la industria alimenticia, integrar los anteriores y diseñar equipos básicos completos y necesarios para la fabricación de los refrescos con las maquinarias de los fabricantes actuales.

Este proyecto trabajara en líneas de conducción, distribución de espacios, proceso de diagrama de flujo, necesidad de servicios industriales, diseño de tanque y agitadores, selección de maquinaria apta para el proceso, selección de materiales de bancada y modelo en 3D de los equipos. Además terminar con una propuesta económica para la fabricación del mismo y viabilidad de proyecto.

La necesidad es latente, diseñar con un solo volumen de producción en principio plantas de fabricación de refrescos modulares, donde dependiendo del tamaño se selecciona la planta y con tan solo tres módulos puede comenzar desde ahorrando espacio, tiempo y mano de obra, se ganara en rentabilidad, variedad de producto y calidad del mismo. Ahora si el fabricante tiene otro objetivo en investigación para su proyección de venta, solo adiciona cualquiera de los dos módulos restantes y puede obtener o un producto de mayor plus comercial, o un producto nuevo para su catálogo.

Además con el diseño el objetivo es tener una planta industrial de fácil traslado a sitios alejados, donde se tenga difícil acceso vehicular y donde la implementación pueda ser de ayuda social para la implantación de fábricas regionales financiadas por el gobierno u otras instituciones de impacto social que ayuden a los desempleados y creen una microeconomía basada en la fabricación de bebidas refrescantes azucaradas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

DISEÑAR UNA PLANTA COMPACTA INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE REFRESCO Y/O JUGO A BASE DE AZÚCAR Y PULPA DE FRUTA CON CAPACIDAD PRODUCTIVA DE 500 A 1.000 LITROS/HORA.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar y comprender el proceso de fabricación de refrescos azucarados en las plantas actuales y definir los parámetros de producción para el proceso de la planta nueva.
- Desarrollar el diseño mecánico de tres de los cinco módulos de la planta propuesta comprendidos en el módulo de pasteurización, módulo de fabricación de refresco simple y compuesto y el módulo de servicios industriales. Estudiando los equipos y componentes mecánicos tales como bombas, tanques, agitadores, accesorios, intercambiadores, calderas, válvulas con sus respectivas conexiones eléctricas que cada módulo requiera para su funcionamiento para luego analizar si se diseñan o se delimita la necesidad para buscar con fabricantes actuales de estos componentes, y así distribuir según el diagrama de flujo desarrollado, las líneas en cada módulo buscando la mejor distribución que disminuye el espacio a ocupar.
- Realizar la evaluación financiera para presentar a un posible cliente que este interesado en la construcción de una planta compacta para fabricación de bebidas refrescantes a base de azúcar.
- Elaborar el manual de operación, mantenimiento y servicio de los equipos instalados en los módulos con mayor importancia y críticos en el proceso productivo.

- Elaborar la ficha técnica-comercial con las características generales de la planta para la distribución a posibles clientes.

3. MARCO TEORICO.

3.1 Clasificación de bebidas no alcohólicas a base de frutas:

Las bebidas no alcohólicas a base de frutas pueden clasificarse como jugos, néctares y refrescos, entre otros y se diferencian entre si básicamente por el contenido de fruta en el producto final; así, un jugo es más concentrado que un néctar y un néctar, a su vez, es más concentrado que un refresco.

Los refrescos se clasifican de la siguiente manera según disposición de la FAO en el código estándar internacional propuesto por el *Códex Alimentarius*¹² y por la normatividad colombiana¹³; se establecen claras diferencias entre jugos concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas:

- **Jugo de fruta:** Es el líquido obtenido al exprimir frutas frescas, maduras y limpias, sin diluir, concentrar o fermentar. Son productos 100% derivados de la pulpa de fruta que se empaca bajo altos parámetros de higiene.
- **Néctar de fruta:** Se entiende el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante procedimientos idóneos, por ejemplo tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el zumo (jugo). La fruta deberá estar en buen estado, debidamente madura y fresca, o conservada por procedimientos físicos o por tratamientos aplicados No contienen colorantes ni endulzantes y su porcentaje de fruta esta entre el 25-50% de contenido.
- **Bebidas con sabor a fruta:** Contienen solamente fruta en pulpa entre un 3% y 30%, son endulzados natural o artificialmente y contienen colorantes, estabilizantes sabores y conservantes.

¹² Norma General para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas (CODEX STAN 247-2005)

¹³ Resolución del Ministerio de Salud N° 7992 del 21 de junio de 1991

- **Bebidas Refrescantes:** pueden no contener ningún porcentaje de pulpa de fruta, son saborizados artificialmente y tienen contenido significativo de endulzante, colorante, estabilizantes, espesantes y conservantes.

Las bebidas refrescantes son líquidos con base agua (solvente) básicamente con un (solute) que es azúcar (alrededor de diez gramos / cien mililitros), destinado a calmar la sed y reponer enzimas que el cuerpo a perdido también diversos aditivos, principalmente aromatizantes y colorantes, y una dependiendo del tipo de refresco un porcentaje de pulpa de fruta.

- **Jugos:** contienen pulpa de fruta no menos del 12%, Aportan vitaminas y minerales, pero no el ácido ascórbico o vitamina C utilizado como antioxidante. También entra allí el tipo de bebidas Light - en las que se ha sustituido la sacarosa por aditivos edulcorantes Sólo proporcionan la energía contenida en el extracto vegetal o en el porcentaje de zumo de frutas (muy bajo) que entra en su composición.
- **Refrescos:** Contienen un porcentaje nulo de pulpa de fruta líquida y es tan solo endulzado en su mayoría con azúcar, son saborizados por extractos de fruta en una muy baja cantidad (3%) y su composición no es más que colorante, estabilizantes, espesantes y conservantes.

Para la descripción del proceso de fabricación de bebidas refrescantes con un porcentaje de adición de pulpa de fruta no mayor al 25% se obtiene la información del departamento de producción de Gaseosas Postobón y su manual en el tema de jugos y bebidas refrescantes carbonatadas¹⁴.

3.2 Descripción general del proceso de producción de refrescos basado en la planta de Postobón, 2005

- **Tratamiento de agua para la producción de jugo**

El agua es el principal elemento de la fabricación de jugos y refrescos. Todo inicia almacenando agua proveniente de los acueductos o pozos profundos donde se le adiciona cloro para evitar el crecimiento microbiológico, luego es bombeada a los procesos de

¹⁴ Proceso de producción Postobón. En: (pdf)

floculación, filtración, purificación y pulimento. El agua después de filtrada, eliminarle colores y sabores extraños. Luego se lleva a los filtros pulidores donde se retiran partículas mucho más pequeñas y que no han sido hasta el momento retenidas.

- **Proceso de preparación**

Para preparar un jugo o un refresco el método es similar omitiendo algunos pasos para la fabricación de refresco.

- *Sistema de recepción de pulpa de fruta:* Dependiendo del tipo de fruta, puede venir congelada o ya está líquida, una bomba succiona desde arriba y envía el producto a un tanque de almacenamiento de pulpa o marmita donde se realiza una homogenización del producto.
- *Reconstitución de pulpa de fruta:* Allí se mezcla con agua ya tratada donde un homogeneizador se encarga de emulsionar el producto sin que se separen las fases.
- *Sistema de jarabe simple:* Es un tanque donde se realiza la disolución del sólido azúcar y se prepara un jarabe que puede estar entre los 50°brix hasta los 68°brix. Allí el agua está caliente para que la disolución del azúcar sea más rápida.
- *Sistema de mezcla:* En este tanque se adiciona Jarabe de azúcar, Agua, Sabores como pulpa o artificiales, colorantes, estabilizantes, conservantes etc.
- *Sistema de pasteurización:* Antes de ser envasado, el refresco se somete a altas temperaturas por un tiempo determinado en las aguas de pasteurización con el fin de destruir los microorganismos sin afectarlo organolépticamente. El producto caliente o frío es enviado a la llenadora.
- *Embotellado y lavado de envase:* Dependiendo del tipo de envase a empacar puede ser vidrio plástico, caja o bolsa donde se somete a lavado y desinfección antes de entrar en la cadena de llenado.

- *Sistema de embotellado:* Si es empaque plástico o vidrio se somete a diferentes ciclos de lavado con soda, ácido y agua donde se sanitiza para que luego sea llenado. También hay una inspección visual de cada empaque por si quedan residuos sólidos incrustados para que la botella sea retirada.
- *Proceso de llenado:* es una máquina que embotella cada líquido en su respectiva botella con el volumen ideal y de manera automática.
- *Refrigeración:* Puede ser necesario o con su empaque en frío del producto se omite. La idea es conservar el líquido por debajo de los 8°C para que el proceso de crecimiento bacteriano se detenga y de mayor durabilidad al producto. Este proceso se realiza más que todos en Jugos.

El producto embotellado es empacado en sus respectivas cajas, El producto terminado es enviado a cuarentena donde se inspecciona físico-químicamente antes de ser enviado a distribución.

3.3 Equipos y dispositivos a utilizar en el proceso

3.3.1 Elementos de mezcla

- ***Mezclador (BLENDER):***

Para llevar a cabo la mezcla de sólidos tales como, sales, azúcares, pectina, anilinas etc., con líquidos, se utiliza un equipo llamado Blender.

Principio de funcionamiento: El mezclador consiste básicamente en un cuerpo y un rodete de bomba centrífuga, montados verticalmente. La aspiración tiene un tubo de doble pared que mantiene separados la entrada de sólidos y líquido evitando la formación de grumos antes de entrar en el cuerpo. El fluido entra a gran velocidad al cuerpo de mezcla creando un vacío en el centro del rodete que provoca la succión de sólidos. La caída de sólidos es regulable mediante una válvula situada en la parte inferior de la tolva.

Diseño y características: Grupo simple y versátil para el mezclado rápido y homogéneo de una gran variedad de sólidos, sin contacto con el aire. Mezclado completo con recirculación del producto.

- ***Agitación:***

La agitación se refiere a forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente. Los objetivos de la agitación pueden ser: Mezcla de dos líquidos miscibles (Ej.: alcohol y agua), Disolución de sólidos en líquido (ej.: azúcar y agua), Mejorar la transferencia de calor (en calentamiento o enfriamiento), Dispersión de un gas en un líquido (oxígeno en caldo de fermentación), Dispersión de partículas finas en un líquido, Dispersión de dos fases no miscibles (grasa en la leche)

El agitador crea un cierto tipo de flujo dentro del sistema, dando lugar a que el líquido circule por todo el recipiente y vuelva de vez en cuando al agitador.

- ***Tipos de agitadores:***

Los agitadores se dividen en dos clases: los que generan corrientes paralelas al eje del agitador y los que dan origen a corrientes en dirección tangencial o radial. Los primeros se llaman agitadores de flujo axial y los segundos agitadores de flujo radial.

Los tres tipos principales de agitadores son, de hélice, de paletas, y de turbina. Cada uno de estos tipos comprende muchas variaciones y subtipos que no consideraremos aquí. En algunos casos también son útiles agitadores especiales, pero con los tres tipos antes citados se resuelven, quizás, el 95% de los problemas de agitación de líquidos.

- *Agitadores de hélices:* Un agitador de hélice, es un agitador de flujo axial, que opera con velocidad elevada y se emplea para líquidos pocos viscosos. Los agitadores de hélice más pequeños, giran a toda la velocidad del motor, unas 1.150 ó 1.750 rpm; los mayores giran de 400 a 800 rpm. Las corrientes de flujo, que parten del agitador, se mueven a través del líquido en una dirección determinada hasta que son desviadas por el fondo o las paredes del tanque. La columna de remolinos de líquido de elevada turbulencia, que parte del agitador, arrastra en su movimiento al líquido estancado, generando un efecto considerablemente mayor que el que se obtendría mediante una columna equivalente creada por una boquilla estacionaria.
- *Agitadores de paletas:* Para problemas sencillos, un agitador eficaz está formado por una paleta plana, que gira sobre un eje vertical. Son corrientes los agitadores formados por dos y 3 paletas. Las paletas giran a velocidades bajas o moderadas en el centro del tanque, impulsando al líquido radial y tangencialmente, sin que

exista movimiento vertical respecto del agitador, a menos que las paletas estén inclinadas. Las corrientes de líquido que se originan se dirigen hacia la pared del tanque y después siguen hacia arriba o hacia abajo. Las paletas también pueden adaptarse a la forma del fondo del tanque, de tal manera que en su movimiento rascan la superficie o pasan sobre ella con una holgura muy pequeña. Un agitador de este tipo se conoce como agitador de ancla.

- *Agitadores de turbina:* La mayor parte de ellos se asemejan a agitadores de múltiples y cortas paletas, que giran con velocidades elevadas sobre un eje que va montado centralmente dentro del tanque. Las paletas pueden ser rectas o curvas, inclinadas o verticales. El rodete puede ser abierto, semicerrado o cerrado. El diámetro del rodete es menor que en el caso de agitadores de paletas, siendo del orden del 30 al 50% del diámetro del tanque. Los agitadores de turbina son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado. En las proximidades del rodete existe una zona de corrientes rápidas, de alta turbulencia e intensos esfuerzos cortantes. Las corrientes principales son radiales y tangenciales. Las componentes tangenciales dan lugar a vórtices y torbellinos, que se deben evitar por medio de placas deflectoras o un anillo difusor, con el fin de que el rodete sea más eficaz.

3.3.2 Instrumentación y control del proceso

- ***Caudalímetros:***

Medición de caudal másico en líquidos y gases para regulación y control de la calidad del producto. Medición de la densidad de la concentración y de la viscosidad. El caudalímetro másico de coriolis funciona aplicando una fuerza de vibración a un tubo curvado a través del que pasa el fluido. El efecto coriolis crea una fuerza en el tubo perpendicular a ambas direcciones, la de vibración y la dirección de la corriente. Esta fuerza se mide para obtener el caudal másico. Los caudalímetros de coriolis pueden usarse además con fluidos no newtonianos donde los caudalímetros normales tienden a dar resultados erróneos.

- ***Indicadores de presión:***

Los instrumentos de presión son una combinación de indicador con interruptores ajustables de alto y bajo límite. Estos interruptores pueden ser cableados directamente a circuitos eléctricos para operar alarmas, paros o arranque/paro de motores de combustión interna y motores eléctricos.

Para la mayoría de las versiones está disponible en cuerpo para montaje exterior o para montaje en panel.

- ***Variadores de frecuencia:***

Llamado también variador de velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores.

- ***Sondas de temperatura:***

Estos sensores termopar(PT100) son adecuadas para aplicaciones de propósito general hasta una temperatura de 400 ° C. La vaina de material sobre estos 316 sensores de temperatura es de acero inoxidable y tienen una salida a tierra para una rápida respuesta a los cambios de temperatura.

- ***Sondas de nivel:***

Existen diferentes tipos de sondas de nivel como lo son de horquillas vibrantes, por radar, vía microondas, conductivos, hidrostáticos etc.

Las sondas de nivel capacitivos son ideales para el control de nivel de sólidos, líquidos y sustancias viscosas, detecta materiales conductores como no conductores, tanto para montaje vertical como horizontal de fácil instalación.

- ***PLC***

Los procesos industriales requieren de coordinación, supervisión o control. Una computadora fácilmente programable para tareas de control y concebida para ser utilizada en un ambiente industrial, es lo que se conoce como PLC (Controlador Lógico Programable).

Como toda computadora, el PLC posee una CPU, memoria, Rack principal, fuente de alimentación, tarjetas de entradas/salidas digitales y analógicas, tarjetas especiales. La CPU es la unidad central de proceso encargada de ejecutar el programa almacenado en la memoria por el usuario.

Podemos considerar q la CPU toma una a una las instrucciones programadas por el usuario y las va ejecutando. Cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, la CPU vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica.

- **Sistema SCADA - MMI (PANEL TACTIL).**

Un sistema MMI (del inglés Man Machine Interface) es el interfaz de unión entre el operario y la máquina. Puede ser un panel de operador o una computadora (PC), pero en ambos casos comunican y transmiten datos a y desde el PLC.

En el caso de un Panel de Operador, este se compone de una pantalla con más o menos resolución de gráficos y teclas numéricas y de función o como en algunos casos pantalla táctil. La pantalla puede ser en color o monocromo e indica el estado de los diferentes valores del proceso, con gráficos complejos o figuras sencillas permitiendo a su vez introducir valores para ajustar los parámetros de regulación del proceso o consignas del mismo.

Se programan con un software propio, al igual que los PLCs, y diferente a estos aunque sean del mismo fabricante.

3.3.3 Control de calidad del proceso:

Durante todo el proceso de elaboración de las bebidas refrescantes y/o jugos, debe llevarse diversos controles de calidad que permitan garantizar que el producto final cumpla con los estándares exigidos por la normatividad de producción de bebidas.

Por esto el control de producción de manera específica y minuciosa se hace indispensable, puesto que permite tomar acciones correctivas en el momento indicado se fuere necesario.

- **Pruebas de Producto:**

- *Concentración o densidad de producto (Brix)* : En esta prueba se mide la densidad del azúcar en el jarabe. Su determinación debe ser precisa, para cumplir con las

especificaciones. Para esto, las mediciones se realizan tomando al azar, botellas envasadas cada cierto tiempo, se hace uso de un densímetro y un termómetro. Primero se elimina el gas de la muestra, agitando constantemente, y luego; el líquido es vertido a una probeta, en la que se introduce el densímetro y el termómetro; con estas mediciones y haciendo uso de tablas preestablecidas se determina la densidad o Brix.

- *Carbonatación:* Consiste en determinar el contenido y concentración de gas carbónico en la bebida, que debe estar con la correcta altura de llenado.

Para esta prueba se utiliza un manómetro y un termómetro, la botella se debe agitar por 25 segundos aproximadamente, se perfora la tapa con un equipo especial y se mide hasta que la presión llegue a 0 PS, se vuelve agitar y se toma la medición. Después se introduce el termómetro por el orificio en la tapa y se toma la temperatura. Finalmente los valores de presión y temperatura se determina el volumen de carbonatación de las bebidas.

Los controles de Brix y carbonatación, son muy importantes, por esto se debe calibrar y comprobar el buen funcionamiento de los equipos utilizados en su medición. Otros controles realizados al producto son: coronado o encapsulado hermético, apariencia, sabor y olor.

- *Pruebas del agua:*

- Sabor y Olor: No se debe tener ningún olor ni sabor, porque, origina en la bebida un sabor indeseable afectando la calidad del producto.
- Turbidez: Debe tener como máximo 5.0 P.P.M.; ya que origina sabor indeseable y decoloración en la bebida.
Algas y protozoo, levadura y mohos: No debe tener ninguno, ya que origina sedimentos y deterioro en el producto.
- Alcalinidad: Máximo 50 P.P.M; porque neutraliza el ácido de la bebida.
- Dureza Total: Verifica el control del buen trabajo de los ablandadores.

4. METODOLOGIA:

Se realizara una investigación en unas fábricas actuales de proceso de varios productos entre esos Bebidas refrescantes azucaradas tanto carbonatado como simple y de gran tamaño industrial como lo son QUALA S.A. Y POSTOBON S.A. lo que servirá como base de aprendizaje para proyectar a un nivel de menor escala con menores costos pero con igual calidad, el Objetivo Principal de este proyecto que es la realización de equipos compactos.

Las áreas de proceso con las que se trabajaran en cada compañía son producción, calidad, mantenimiento e ingeniería donde las opiniones de cada persona que allí labora complementara para realizar una adecuada organización de la información y así diseñar el módulo de manera objetiva para que cumpla con requerimientos básicos exigidos en estas industrias, además de hacer el proceso eficiente por basarnos en compañías donde la producción y eficiencia son su objetivo.

No solo la labor de proceso de producción actual de estas plantas se estudiara para llevar al diseño del módulo de un equipo, sino también la experiencia que tienen en marcas de equipos, conocimiento de la tecnología e Ingeniería aplicada en el diseño por parte de los departamentos de mantenimiento e ingeniería de las compañías como QUALA y POSTOBON. Esto ayudara a la búsqueda y elección de un diseño, proveedores de equipos, tecnología aplicada y componentes sueltos que se deben implementar en cada módulo o tal vez concluya con la implementación de la necesidad de diseñar equipos y componentes que no existen a escala menor. Esto en referencia, ya que varios elementos como lo son Bombas, Intercambiadores, Tanques, válvulas, tuberías, bancadas, agitadores, llenadoras, calderas, equipos de frio etc. Que van a ser necesarios por previo conocimiento en el proceso de fabricación de Refrescos.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo es implementar módulos sencillos pero automáticos para la fabricación de refrescos, el modulo puede constar de equipos y componentes ya fabricados por algunas compañías, si es así se tendrá que buscar los datos necesarios para una propuesta del proveedor, si no se encuentran en el mercado se realizara el diseño.

Cuando se hayan seleccionado los componentes y equipos necesarios para armar un módulo y luego de establecer el P&ID se realizara un Layout e isométrico de cada módulo con la premisa de hacerlo lo más compacto y móvil posible, trabajando de mano con programas de dibujo.

Además de la adecuación mecánica y distribución de espacio de cada módulo, se debe tener en cuenta el proceso de automatización individual y grupal en la planta diseñada, con facilidad de integración a módulos que pueden llegar a necesitar más adelante. El grado de automatización si se lleva a cabo om se deberá exponer en conjunto pero siempre teniendo en cuenta que es un proyecto enfocado a pequeñas y algo de medianas industrias donde los costos del mismo es importante para tomar una decisión, pero buscando equilibrar con la eficiencia del proceso y resaltando las ventajas que tiene un proceso automatizado. Se buscara el grado de automatización más acorde para un módulo estándar buscando proveedores que colaboren en el proceso del diseño autómatas pero desarrollando la lógica de programación por cuenta del proyecto planteado.

Por ultimo cuando se tengan los puntos diseño producción, diseño mecánico, diseño de automatización, se evaluara el costo total de fabricación de cada módulo desarrollado sin contar la puesta en marcha en la industria ya que varía por muchos factores, pero que sirve para ofrecer los módulos en dos fabricantes clientes puntuales actuales de Refresco y también en una compañía interesada en la comercialización de los módulos con la infraestructura económica para fabricar uno y poderlo mostrar.

Como adicional por interés en mostrar a los posibles desarrolladores y fabricantes del proyecto se desarrollara una ficha técnica completa comercial, un manual de usuario donde contiene el proceso de funcionamiento, los componentes de fabricación, los materiales, medidas estándar y un dibujo en 3D donde se muestra las ventajas de módulos de fabricación, además de un manual de mantenimiento de cada módulo diseñado.

El proyecto actual se limitara al diseño de los módulos de fabricación de refresco simple y compuesto, al módulo de pasteurización y al módulo de servicios industriales.

INGRESO DE MATERIAS PRIMAS (LIQUIDAS Y SOLIDAS)

MODULO No 1

FABRICACION DE REFRESCO
SIMPLE Y COMPUESTO

AGUA

OPCION 2

OPCION 1

MODULO No 2

PASTEURIZACION DE PRODUCTO

OPCION 3

GAS CARBONICO

MODULO No 3

ADICION DE GAS CARBONICO

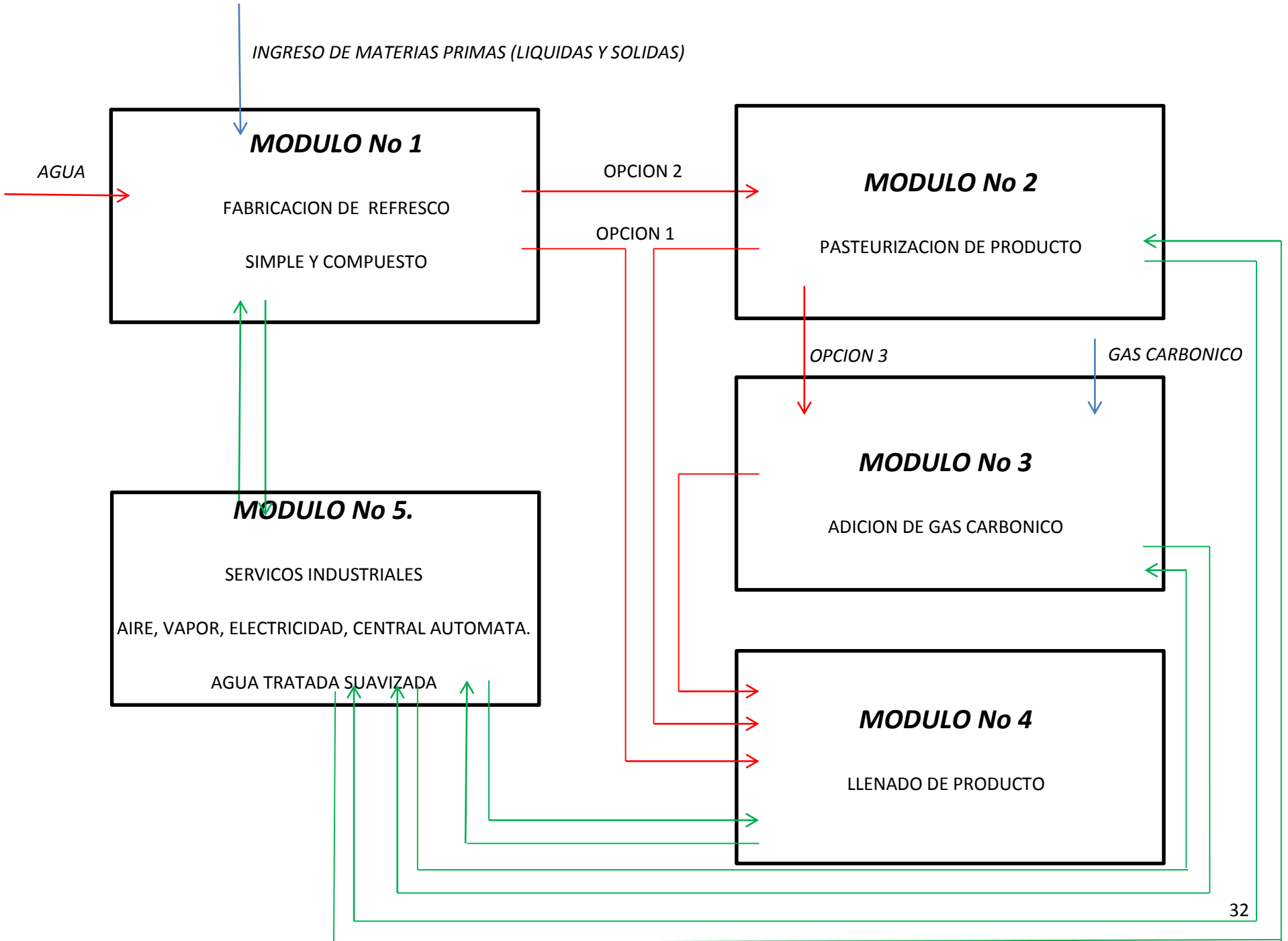
MODULO No 5.

SERVICIOS INDUSTRIALES
AIRE, VAPOR, ELECTRICIDAD, CENTRAL AUTOMATA.

AGUA TRATADA SUAVIZADA

MODULO No 4

LLENADO DE PRODUCTO



5. CRONOGRAMA

TAREA		NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1
APROBACION DEL ANTEPROYECTO	Aprobación del anteproyecto.													
	Presentación de la propuesta al tutor asignado.													
RECOPIACION DE DATOS DE FUNCIONAMIENTO Y/O OPERACIÓN ACTUAL	Investigación de los procesos para la fabricación de refresco a base de azúcar, maquinaria utilizada, y demás parámetros que se tienen en la industria mediana y pequeña para la fabricación de refresco a base de azúcar.													
	Adquisición de datos información, propuestas de componentes y equipos que complementen el diseño.													
	Desarrollo de esquemas y diagramas de procesos para las propuestas de producción.													
	Revisión de planos presentados y diagramas de procesos actuales.													
	Actualización de borradores y cambios de diseño.													
DISEÑO MECANICO	Recopilación de manuales y equipos que se estarán utilizando en el desarrollo del proyecto.													
	Revisión de eficiencia y ventajas de equipos presentados para la integración del proceso.													
	Determinar los datos de entrada y condiciones de diseño.													
	Diseño mecánico y cálculo de los equipos que se deben selección y establecer las condiciones específicas de fabricación.													
	Boceto mecánico del diseño de cada uno de los módulos que compone la planta.													
	Corrección de distribución de espacios.													
DISEÑO ELECTRICO Y AUTOMATIZACION	Revisión de las necesidades eléctricas y automáticas para los módulos que compone la planta.													
	Recopilación de información de equipos y componentes a utilizar en proceso de automatización.													
	Boceto de la automatización del sistema													
	Corrección del diseño según necesidades presentadas.													
	Diseño final eléctrico y automático del equipo propuesto.													
EVALUACION FINANCIERA	Determinar los costos de materiales, de ingeniería, de operación y mantenimiento según diseño final de la planta.													
	Integración de costos mano de obra de los procesos de fabricación equipos, automatización etc.													
	Recopilación de ofertas a la fecha de componentes a utilizar													
	Elaboración de ficha técnica con características generales de la planta para la distribución comercial a posibles clientes													
ELABORACION DE MANUAL DE LA PLANTA	Elaboración del manual de operación, mantenimiento y servicio de los equipos que componen la planta													
PRESENTACION DEL PROYECTO A LA UNIVERSIDAD	Elaboración del documento final TESIS DE GRADO													
	Entrega del proyecto a coordinación del proyecto curricular de Ingeniería Mecánica													

6. PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL	
1	Ingenieros desarrolladores de proyecto	Hora	\$ 110.000	160	\$ 17'600.000	
2	Orientador	Hora	\$ 110.000	14	\$ 1'540.000	
TOTAL TALENTO HUMANO					\$ 19'140.000	
3	Computador con Software especializado	Hora	\$ 1.500	200	\$ 300.000	
4	Impresora	Hora	\$ 25	1000	\$ 25.000	
5	Servicios (internet/tel/luz/agua)	Hora	\$ 8.000	160	\$ 1'280.000	
6	Otros objetos de Oficina/arriendo	Hora	\$ 10.000	160	\$ 1'600.000	
TOTAL MAQUINA Y EQUIPO					\$ 3'205.000	
7	Papel	Hoja	\$ 50	500	\$ 25.000	
8	Impresión de Planos	Plano	\$ 10.000	10	\$ 100.000	
9	Fotocopias	Hoja	\$ 50	300	\$ 15.000	
10	Tóner de tinta	Tóner	\$ 70.000	2	\$ 140.000	
11	Empaste de documentos	Tomo	\$ 12.000	3	\$ 36.000	
TOTAL FUNGIBLES					\$ 316.000	
12	Transporte	galón	\$ 8350	60	\$ 167.000	
TOTAL OTROS					\$ 167.000	
					TOTAL GASTOS	\$ 22.828.000
					Imprevistos 3%	\$ 684.840
					TOTAL PROYECTO	\$ 23.512.840

7. BIBLIOGRAFIA

- BAUMEISTER, Theodore; AVALLONE, Eugene y BAUMESTER II Manual del ingeniero Mecánico. Mc Graw Hill 8ª Ed. México 1987.
- SANDOR, George, ERDMAN, Arthur. Diseño de Mecanismos. Prentice Hall, 3ª Ed. Estados Unidos, 1997.
- Industria de las Bebidas, Sectores basados en recursos Biológicos [En línea] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/65.pdf>
- VAMAN, Alan. Bebidas refrescantes: su origen, clasificación y tecnología. Alfa Editores Técnicos. Mayo 2006. 17p.
- VARIOS, Autores. Agroindustria y competitividad: Estructura y dinámica en Colombia 1992-2005. Bogotá D.C. Mundo 3D. 2006
- Informe Rabobank sobre el mercado mundial de bebidas: 'sedientos de crecimiento' En: Diario de Gastronomía [En línea]. (8 Feb., 2013). Disponible en: <http://diariodegastronomia.com/tendencias/investigacion/13524-informe-rabobank-sobre-el-mercado-mundial-de-bebidas-sedientos-de-crecimiento.html>
- Informe anual de bebidas 2013 / Revista Industria Alimenticia. Volumen 24. No. 8 (Ago., 2013). México: BNP Publication, 12p
- Mercado de bebidas, con espacio para aumentar en el país En: Portafolio [En línea]. (4 Abril., 2013). Disponible en: <http://www.portafolio.co/negocios/mercado-bebidas-espacio-aumentar-el-pais> [Citado 21 Oct. 2013]
- Informe anual de bebidas 2013 / Revista Industria Alimenticia. Volumen 24. No. 8 (Ago., 2013). México: BNP Publication, 14p.
- Salud: Minsalud estudia medidas para regular consumo de gaseosas. En: El Espectador [En línea]. (9 Ago., 2013). Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/salud/minsalud-estudia-medidas-regular-consumo-de-gaseosas-articulo-438950> [Citado 22 Oct. 2013]
- DOMINGUEZ, Laura. Tecnologías para la Industria Alimentaria: Luz ultravioleta en la conservación de alimentos [En línea] http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/ficha_02_ultravioleta.pdf
- Sistema disolutores de azúcar DI-SUGAR [En línea] <http://www.geape.com.ar/nar/cmsdoc.nsf/webdoc/webb7rujsq>
- GEA TDS. Técnica de procesos para la industria de zumos de frutas y de materias primas [En línea] [http://www.gea-tds.com/tds/cmsresources.nsf/ filenames/424es_ZumosDeFrutas.pdf/\\$file/424es_ZumosDeFrutas.pdf](http://www.gea-tds.com/tds/cmsresources.nsf/ filenames/424es_ZumosDeFrutas.pdf/$file/424es_ZumosDeFrutas.pdf)
- Estudios Sectoriales: La industria del procesamiento y conservación de frutas en Colombia. [En Línea] (2013). Disponible en: <http://aktiva.com.co/blog/Estudios%20sectoriales/2013/conservacion%20de%20frutas.pdf>

- BOLZONI, Manuel. Sistemas de Llenado para el sector de Bebidas. OCME. 2012
- Norma General para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas (CODEX STAN 247-2005)
- Resolución del Ministerio de Salud N° 7992 del 21 de junio de 1991