



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

**“Efecto del Empleo de Fibra Dietaria en la Composición de dos  
Bebidas con Diferentes Tipos de Edulcorantes”**

### **TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

### **MAGISTER EN CIENCIA ALIMENTARIA**

Presentada por:

Enrique José Salazar Llorente

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2012

## **AGRADECIMIENTO**

Siempre a Dios, a mi querida familia, a mi novia, a mis amigos cercanos que invariablemente confiaron en mí y a todas las personas que sin interés ayudaron en el desarrollo de la tesis.

# DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI NOVIA

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Eduardo Orcés P.  
DELEGADO DEL DECANO  
PRESIDENTE

---

MSc. José Antonio Suárez M.  
CODIRECTOR DE TESIS

---

MSc. María Morales Romoleroux  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

**Enrique José Salazar Llorente**

## RESUMEN

En el presente trabajo se compararon las características del efecto de la fibra dietaria en dos tipos de bebidas refrescantes, considerando unas bebidas de bajo y alto contenido de sacarosa. Se realizó un diseño de experimento  $2^2$  para las variables independientes cantidad de fibra dietaria y el contenido de sacarosa, estudiándose además la variable tiempo de almacenamiento a 10 niveles. La variable dependiente fue el porcentaje de sólidos solubles, inocuidad y perfil sensorial en cuanto al sabor. Se realizaron las corridas experimentales para establecer la estabilidad del producto durante el proceso.

Con el diseño anteriormente expuesto, se determinaron las diferencias significativas en cuanto a las características organolépticas, densidad, inocuidad, rendimiento y otros parámetros físico-químicos como porcentaje de fibra aumentado y cantidad de sacarosa en grados brix final.

Se tomaron muestras de la bebida durante su procesamiento y evaluadas a través del tiempo para establecer el comportamiento de sólidos solubles, densidad, cantidad de fibra y perfil sensorial durante el proceso de

pasteurización el mismo que fue determinado a 85°C por un tiempo de 120 segundos.

También se estudió el comportamiento de la bebida refrescante sin pasteurización a temperatura de refrigeración durante un día, en muestras con sacarosa y sustituida parcialmente con sucralosa, enriquecidas con fibra dietaria y sin adición de la misma, para evaluar y analizar si el efecto térmico determina una diferencia significativa en la calidad del producto terminado.

Los análisis de laboratorio efectuados se basaron en un análisis cuantitativo, enzimático-gravimétricos en lo relacionado a determinación de fibra dietaria, más las respectivas pruebas microbiológicas, determinación de sólidos solubles, análisis sensoriales y de calidad del producto elaborado.

Se escogió la mejor opción considerando la mejor variedad de bebida refrescante con bajo contenido de sacarosa y enriquecida con fibra dietaria la misma que incrementó el valor nutricional de la bebida. Esta selección se implementó en una fábrica productora de bebidas refrescantes y se estandarizó el procedimiento a nivel industrial.

El desarrollo de la presente tesis, aportó con mejoras tecnológicas que se reflejaron en el precio final del producto, minimizando los costos y destacando que con una mínima inversión se es competitivo.



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. GENERALIDADES.....	11
1.1 Materias Primas.....	17
1.2 Tipos de Fibras.....	31
1.3 Tipos de Edulcorantes utilizados en la Industria Alimentaria.....	39
1.4 Proceso de elaboración de las bebidas refrescantes.....	45
1.5 Composiciones de las bebidas refrescantes problemática actual.....	54
<b>CAPÍTULO 2</b>	
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	59

2.1 Variables del Experimento para evaluar el efecto de la fibra en las Bebidas refrescantes.....	60
2.1.1 Variables y Niveles para Pruebas Experimentales.....	61
2.1.2 determinación de corridas Experimentales.....	67
2.2. Pruebas Físico Químicas de las bebidas refrescantes.....	68
2.3 Pruebas Microbiológicas las bebidas refrescantes.....	84
2.4 Evaluación de tabla sensorial de las bebidas refrescantes.....	87
2.5 Evaluación para predecir la vida del anaquel de las bebidas Refrescantes .....	90

### **CAPÍTULO 3**

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	95
3.1 Resultados y análisis estadístico de pruebas físicas y químicas de las bebidas refrescantes.....	96
3.2 Resultados y análisis estadístico de pruebas microbiológicas de las bebidas refrescantes.....	109
3.3 Resultados y análisis de evaluación sensorial de las bebidas Refrescantes.....	116
3.4 Formulación y estandarización de las bebidas refrescantes.....	119
3.5 Caracterización de las bebidas refrescantes.....	121

3.6 Resultados y modelo estadístico de estabilidad en la Vida de Anaquel.....	122
--	-----

#### **CAPÍTULO 4**

4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA BEBIDA REFRESCANTE.....	129
4.1 Diseño del Proceso y línea de producción de las bebidas Refrescantes.....	129
4.2 Determinación de las Operaciones de Producción de la Beb ida Refrescante.....	130
4.3 Selección de Equipos Adecuados.....	144
4.4 Análisis de Costos de Fabricación.....	146

#### **CAPÍTULO 5**

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	153
--	-----

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

## ABREVIATURAS

pH	Potencial de hidrógeno.
%	Porcentaje.
INSIGHT	Agencia de Publicidad
O/W	Emulsiones de aceite en agua
W/O	Emulsiones de agua en aceite
ADHD	Déficit de atención e Hiperactividad
FDA	Agencia Federal de Alimentos y Drogas de Estados Unidos de América
mg	Miligramos
g	Gramos
LBD	Lipoproteína de baja densidad
K	Potasio
EUA	Estados Unidos de América
IDA	Ingesta Diaria Admisible
CES	Concentración equivalente de sacarosa
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
HYPLO	Marca de tierra filtrante
ml	Mililitros
L	Litros
CF	Con fibra
SF	Sin fibra
H <sup>+</sup>	Ión Hidrógeno
OH <sup>-</sup>	Grupo Hidroxilo
HPLC	Cromatografía líquida de alta presión
GLC	Cromatografía de gases
FDT	Fibra Dietaria Total
AOAC	Asociación Oficial Internacional de Químicos Analíticos
NMP	Número más probable
EMB	Eosina Azul de Metileno
UFC/cm <sup>3</sup>	Unidades formadoras de colonias por cm <sup>3</sup>
UP/cm <sup>3</sup>	Unidad propagadoras por cm <sup>3</sup> .
n	Número de unidades
m	Nivel de aceptación
M	Nivel de rechazo
c	Número de unidades permitidas entre m y M
DW	Estadístico Durbin Watson.

## SIMBOLOGÍA

$\beta$	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius.
V	Volumen
N	Normalidad
Meq	Miliequivalente
M	Gramos de muestra
<i>d</i>	Densidad
m1	Masa en g del picnómetro vacío
m2	Masa en g del picnómetro lleno de agua a 20°C.
m3	Masa en g del picnómetro lleno de la muestra problema a 20°C.
F	Coefficiente de estimación
R <sup>2</sup>	Coefficiente de ajuste.

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Botellas de bebidas refrescantes sabor a limón.....13
Figura 1.2	Consumo de ácido cítrico por destino.....26
Figura.1.3	Pan integral rico en hemicelulosa y lignina.....35
Figura.1.4	Fuentes de Pectina con alto contenido en el Endospermo.....36
Figura.1.5	Estructura química de la sucralosa.....43
Figura.1.6	Diagrama de flujo de elaboración de bebida refrescante sabor a Limón .....57
Figura. 2.1	Refractómetro manual de 0 a 32 ° Brix..... 70
Figura. 2.2	Potenciómetro para medir pH.....74
Figura. 2.3	Estufa de medición para predecir vida de anaquel en bebidas..94
Figura. 3.1	Cantidad de fibra en la bebida refrescante evaluada durante 4 meses .....98
Figura. 3.2	Gráfico de medias (Cantidad de fibra).....99
Figura. 3.3	Comportamiento de Densidad bebida refrescante evaluada durante 4 meses..... 101
Figura. 3.4	Gráfico de medias (Densidad)..... 104
Figura.3.5	Comportamiento de °Brix de la bebida refrescante evaluada durante 4 meses..... 106
Figura.3.6	Gráfico de medias (°Brix).....108
Figura 3.7	Comportamiento de Aerobios bebida refrescante evaluada durante 4 meses.....110
Figura 3.8	Gráfico de medias (Contaje Aerobios).....111
Figura 3.9	Conteo de aerobios después de la pasteurización.....113
Figura.3.10	Comportamiento de Hongos y Levaduras en bebida Refrescante.....114
Figura. 3.11	Gráfico de medias (Hongos y levaduras).. .....115
Figura. 3.12	Gráfico de medias (Hongos y levaduras después de Pasteurizar).....116
Figura. 3.13	Gráfico de medias (Análisis sensorial del sabor de la bebida Refrescante).....119
Figura: 3.14	Gráfico del modelo ajustado para relacionar °Brix vs tiempo

	para la Bebida Refrescante CF1.....	123
Figura 3.15	Gráfico del modelo ajustado para relacionar % fibra vs tiempo para la Bebida Refrescante CF1.....	126
Figura. 4.1	Recepción de materia prima.....	131
Figura. 4.2	Preparación de la torta.....	132
Figura. 4.3	Mezclado de jarabe.....	133
Figura. 4.4	Filtrado de jarabe.....	134
Figura. 4.5	Preparación bebida refrescante.....	135
Figura. 4.6	Pasteurizador de placas.....	138
Figura 4.7	Envasado bebida refrescante.....	139
Figura 4.8	Enroscado bebida refrescante.....	140
Figura. 4.9	Etiquetado y codificación de bebida.....	141
Figura. 4.10	Embalado y almacenamiento de bebida.....	142
Figura. 4.11	Diagrama de Flujo de Elaboración de Bebida Refrescante Sabor a Limón.....	143
Figura. 4.12	Lay out planta de bebidas área de llenado.....	145
Figura. 4.13	Lay out planta de bebidas área de preparación.....	146

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Encuesta relacionada al consumo de Bebidas en el Ecuador .....	12
Tabla 2	Certificado de análisis de la emulsión de limón .....	20
Tabla 3	Composición de bebida refrescante Sabor a limón.....	21
Tabla 4	Etiqueta de bebida refrescante Sabor a limón.....	21
Tabla 5	Humedad y contenido de fibra en frutas y productos derivados.....	33
Tabla 6	Concentraciones máximas permitidas, IDA y poder edulcorante.....	43
Tabla 7	Certificado de Análisis de Sucralosa.....	44
Tabla 8	Variables a manipular en el experimento: Diseño Factorial $2^2$ .....	63
Tabla 9	Diseño del experimento. Diseño $2^2 = 4$ corridas por triplicado.....	66
Tabla 10	Corridas Experimentales .....	68
Tabla 11	Requisitos físico químicos para bebidas según Norma Inen 2304.....	74
Tabla 12	Requisitos Microbiológicos para Bebidas Refrescantes.....	86
Tabla 13	Resultados de Comportamiento de Fibra en el tiempo.....	97
Tabla 14	Análisis de varianza para la cantidad de fibra.....	98
Tabla 15	Resultados de Comportamiento de Densidad de la Bebida en el Tiempo.....	100
Tabla 16	Análisis de varianza para densidad.....	101
Tabla 17	Grupos homogéneos (Densidad).....	102
Tabla 18	Resultados del comportamiento de °Brix de la bebida en el tiempo.....	105
Tabla 19	Análisis de varianza para °Brix .....	106
Tabla 20	Grupos Homogéneos (°Brix).....	107
Tabla 21	Contaje microbiológico en la bebida refrescante (UFC/cm <sup>3</sup> ).....	110
Tabla 22	Análisis de varianza para conteo de aerobios .....	111
Tabla 23	Conteo microbiológico de hongos y levaduras en la bebida Refrescante UFC/cm <sup>3</sup> .....	113
Tabla 24	Análisis de varianza para conteo de hongos y levaduras.....	114
Tabla 25	Escala hedónica de aceptación del sabor .....	117
Tabla 26	Tabulación de resultados .....	118



Tabla 27	Análisis de varianza para sabor .....	118
Tabla 28	Fórmula Bebida Refrescante enriquecida con fibra y sustituida ....	120
Tabla 29	Comportamiento de °Brix en función del tiempo .....	122
Tabla 30	Análisis del modelo de regresión para relacionar °Brix y tiempo.....	124
Tabla 31	Comportamiento del % de fibra en función del tiempo.....	125
Tabla 32	Análisis del modelo de regresión no lineal .....	127
Tabla 33	Maquinarias y equipos.....	144
Tabla 34	Costos Directos – Materia prima – Formulación .....	147
Tabla 35	Costos directos – Materias prima.....	147
Tabla 36	Costos Indirectos – Mano de obra Total .....	148
Tabla 37	Costos Directos – Servicios y suministros .....	148
Tabla 38	Costos directos – Gastos por ventas .....	149
Tabla 39	Costos Indirectos – Gastos Administrativos .....	149
Tabla 40	Estructura de costos global .....	150
Tabla 41	Costos Totales de fabricación.....	150
Tabla 42	Costos Directos – Materia prima – Nueva Fórmula.....	151
Tabla 43	Costos Totales de fabricación – Nueva Fórmula.....	151

# INTRODUCCIÓN

Los estilos de vida actuales están provocando cambios en los hábitos alimenticios, que llevan a consumir cada vez más productos de características nutricionales elevadas de fácil preparación y consumo. En estos productos procesados las propiedades nutricionales y algunas de las sensoriales son de gran importancia como atributos de calidad que incentive el interés del consumidor y contribuya a la aceptación del producto.

Debido a que en el país existen diferentes enfermedades como la obesidad, diabetes mellitus e hipercolesterolemia, originadas por el elevado consumo de productos azucarados y en especial bebidas refrescantes no carbonatadas, son de elevado consumo en la población, ofertándose productos con poca calidad nutricional, por esta razón el objetivo de este trabajo fue establecer las características del efecto de la fibra dietaria en dos tipos de bebidas refrescantes, unas bebidas de bajo y otras de alto contenido de azúcar. Se empleó fibra en la bebida a base de sacarosa y fibra en bebidas en la que se sustituyó la sacarosa parcialmente con sucralosa, mediante ensayos acelerados, utilizando análisis organolépticos de preferencia para determinar la calidad del sabor, el parámetro de viscosidad para medir la textura adecuada,

porcentaje de sólidos solubles para medir la reducción de calorías y microbiológicos para determinar la inocuidad del producto.

Se prepararon muestras de la bebida refrescante en concentraciones de fibra dietaria al 1,5% en bebidas a base de sacarosa al 100% y sustituida parcialmente la sacarosa con sucralosa en concentraciones del 40%, las cuales fueron almacenadas a temperatura ambiente de la ciudad de Guayaquil, que como promedio tiene 32°C durante 4 meses. Los resultados experimentales se ajustaron a un modelo de aumento de contenido de fibra, disminución del contenido calórico en ese tiempo y variación en la densidad de la bebida debido al aumento de sólidos.

Uno de los principales problemas en la manufactura de las bebidas refrescantes es el alto contenido calórico del producto final y el escaso aporte nutricional que obtienen los consumidores.

La elaboración de una bebida refrescante con características nutracéuticas a base de la fibra dietaria y sustituida parcialmente con sucralosa permite enriquecer la bebida dando un valor agregado a quién lo consuma debido a que la fibra dietaria en la ingesta diaria en adecuadas cantidades trae como consecuencia inmediata reducción en el tiempo de tránsito intestinal, mejorando

el funcionamiento del sistema digestivo, la tolerancia a la glucosa y disminuye los niveles de colesterol sanguíneo.

La industria alimentaria ha desarrollado, como alternativas a la sacarosa, un conjunto de los edulcorantes artificiales, entre los cuales está la sucralosa. Los edulcorantes artificiales constituyen, en este momento, una de las áreas más dinámicas dentro del campo de los aditivos alimentarios, por la gran expansión que está experimentando actualmente el mercado de los productos bajos en calorías. Como la sucralosa no es metabolizada para obtener energía, no aporta calorías. Ella pasa rápidamente por el cuerpo prácticamente inalterado, no es afectada por el proceso digestivo y no se acumula en el cuerpo. Al reemplazar la sacarosa con sucralosa en las bebidas, las calorías se pueden reducir o en muchos productos prácticamente se pueden eliminar.

La sucralosa combina el sabor a azúcar con la estabilidad frente al calor, en líquidos y en almacenamiento que se requiere para la utilización en todos los tipos de alimentos y bebidas. Es muy estable en productos ácidos, tales como bebidas refrescantes no carbonatadas, y en otros productos de base líquida.

En este trabajo se comparan las características de una bebida refrescante sin fibra dietaria ni sustitución de azúcar, y otro tipo de bebida refrescante enriquecida con fibra dietaria y sustituida parcialmente con sucralosa a fin de

marcar diferencias en cuanto a calidad organoléptica, composición nutricional, viscosidad, reducción de calorías, y otros parámetros físico- químicos como porcentaje de sólidos solubles, acidez y pH. El análisis del costo de fabricación del proceso realizado en este trabajo, permite tener una visión clara del impacto en el precio final del producto, destacando que con una mínima inversión se puede llegar a fabricar un producto con elevado contenido nutricional y con reducción del nivel calórico siendo de alto impacto en el aporte nutricional para los consumidores.

Por lo anterior es posible plantear que:

### **Problema Científico**

Las bebidas refrescantes, de una alta demanda, tienen un contenido calórico alto y escaso aporte nutricional al ser consumidas.

### **Hipótesis**

Es posible sustituir parte de la sacarosa por un edulcorante para reducir las calorías de la bebida y a la vez adicionar fibra con lo que el producto tendría mayor valor nutricional de acuerdo al suministro diario recomendado en la que se indica que una ingesta adecuada de fibra para hombres y mujeres de 19 a 50 años es de 25 a 38 gramos por día.

### **Objetivo General**

Desarrollar una bebida a base de esencia de limón enriquecida con fibra y sustituida parcialmente con sucralosa.

### **Objetivos Específicos**

- Preparar una bebida con la concentración de sucralosa y fibra dietaria que proporcione una bebida con características funcionales.
- Realizar evaluaciones sensoriales para determinar un perfil organoléptico comparando el producto contra un patrón sin fibra dietaria ni sucralosa.
- Determinar cambios en la densidad en relación con la concentración de fibra dietaria adicionada al producto.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

En la industria de las bebidas, los productos con alto contenido de azúcar y bajo nivel nutricional, constituyen uno de los mayores riesgos que registra el sector. Esto se debe a que la mayoría de las empresas ofertan o lanzan al mercado bebidas que no presentan un valor agregado diferente y son similares entre ellos generándose una competencia por precio.

También existen industrias que producen bebidas refrescantes no carbonatadas, agua embotellada, jugos naturales, jugos envasados, jugos en polvo, leche, yogurt, café, té, energizantes, entre otros.

De acuerdo a un estudio realizado por INSIGHT S.A.(1), los ecuatorianos mantienen una clara preferencia por las bebidas tradicionales, tal es así, que un 79% de los encuestados consumen jugos naturales diariamente y

aproximadamente un 92,5% leche en Quito, mientras que en Guayaquil, 76% de los encuestados consumen leche y jugos naturales diariamente. En la Tabla 1.1 se presenta el resultado de una encuesta de consumo de bebidas en Quito y Guayaquil.

**TABLA 1**  
**ENCUESTA RELACIONADA AL CONSUMO DE BEBIDAS EN EL**  
**ECUADOR**

<b>BEBIDAS QUE MÁS SE CONSUMEN BEBIDAS</b>	<b>QUITO</b>	<b>GUAYAQUIL</b>
LICOR	1,5%	1,8%
CERVEZA	2%	3,5%
ENERGIZANTES	2,5%	4%
COLAS DIETETICAS	4%	5,3%
JUGOS EN POLVO	3,7%	6,5%
JUGOS ENVASADOS	8%	12,5%
AGUA MINERAL	50%	21,5%
TE	22%	21%
AGUA TRATADA	22%	26%
YOGURT	25%	29%
GASEOSAS	38%	50%
AGUA DE LLAVE	60%	54%
CAFÉ	62%	58%
LECHE	79%	76%
JUGOS NATURALES	92,5%	76%

Fuente: La Globalización en el Ecuador y su influencia en la búsqueda de nuevas estrategias de mercado en la Industria de las Bebidas Año 2009

Las bebidas refrescantes son preparadas de agua carbonatada o no, a las cuales se añaden ingredientes como sacarosa, aromas o zumos de frutas. En la Figura 1.1 se muestran botellas de bebida refrescante tipo limonada



También se considera como bebida refrescante la elaboración de cerveza sin alcohol u otras con vegetales, pero en cualquier caso, los ingredientes que se utilizan están amparados por normas que aseguran su inocuidad y los procesos a los que se someten cumplen los requisitos de seguridad alimentaria. Su consumo ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas y, con ello, también su composición, que tras grandes avances en el sector permite que hoy en día la variedad de bebidas sea amplia. En la actualidad, en los países desarrollados, estos refrescos se consumen en sustitución del agua para calmar la sed, lo que supone un gasto superior, ya que el coste de fabricación de estas bebidas es mucho mayor que el del proceso de potabilización del agua corriente.



**FIGURA 1.1 BOTELLAS DE BEBIDA REFRESCANTE SABOR A LIMÓN  
FUENTE: REFRESCOS SIN GAS S.A**

La gran mayoría de industrias destinadas a la elaboración de bebidas refrescantes emplean unas formulaciones de acuerdo al país o región. Sin embargo, todas tienen un denominador común: el 90% del total de la bebida es agua, la misma que es potabilizada y tratada de la misma manera en todas las industrias. Otros componentes como saborizantes, colorantes, edulcorantes, acidulantes, conservantes, enturbiantes o espumantes, se añaden en función de las fórmulas particulares de cada marca o región en particular.

### **Bebidas a Base de Emulsiones Naturales**

La elaboración de bebidas a base de emulsiones naturales es la segunda operación más importante en la tecnología de estas bebidas. A menudo se utilizan jarabes de sacarosa de elevada pureza, jarabes de glucosa o azúcar granulado. Se inicia con la mezcla del agua y los diferentes ingredientes que cada marca destinada para ello y se realiza una pasteurización a unos 80°C. El jarabe, una vez pasteurizado, se pasa a través de un filtro para eliminar posibles impurezas sólidas. Después, se introduce en una unidad de concentración de grados Brix, que regula la cantidad de agua que falta por añadir hasta obtener la concentración deseada para cada refresco. Una vez terminada la elaboración exacta del jarabe, se añaden los saborizantes,

colorantes, edulcorantes, emulgentes y, según cada caso, una pequeña porción de zumos naturales.

### **Clasificación de Bebidas**

En el futuro se prevé que el consumo de bebidas refrescantes se mantenga en alza, a pesar de la difícil situación económica mundial. Aunque de manera paulatina, el crecimiento anual es de un 0,6%. En cuanto a su clasificación, pese a que todas se consideran bebidas refrescantes, se dividen en cuatro grandes grupos. La gaseosa, quizá la más antigua, es una bebida incolora compuesta por agua, dióxido de carbono, edulcorantes, agentes aromáticos y acidulantes. Las bebidas refrescantes aromatizadas, como la cola o la tónica -algunas de ellas carbonatadas-, contienen agua, edulcorantes, acidulantes, conservadores químicos, pectinas de frutas, gomas, resinas, gelatinas o sal, entre otros. Las bebidas refrescantes con adición de extractos de frutas o partes comestibles de distintas plantas y las bebidas refrescantes con esencia de limón, enriquecidas con aditivos alimentarios con la finalidad de darle un valor agregado al consumidor.

### **Cualidades de las Bebidas Refrescantes.**

Las bebidas son, también, un punto importante en la alimentación, puesto que su ingesta diaria forma parte de ella, por ello es importante enumerar

las diversas bebidas que pueden integrarse en la dieta, describir sus características que pueden ser beneficiosas para la salud o tener un efecto significativamente positivo para una alimentación saludable.

Como bebida es cualquier líquido que se ingiere por placer o por calmar la sed, y hay infinidad de ellas, así desde la bebida más simple y fundamental, que es el agua embotellada la cuál es tratada, filtrada y ozonificada, hasta las bebidas gaseosas, las elaboradas por fermentación o destilación, bebidas refrescantes a bases de aromas y emulsiones naturales y las bebidas elaboradas a base de té, deben aportar al consumidor características funcionales que ayuden a mejorar su calidad de vida en cuanto a nutrición se refiere.

Las bebidas refrescantes a base de limón que es el punto de partida de desarrollo del presente trabajo, brinda muchos beneficios al organismo. Es una de las bebidas más saludables que se pueden ingerir en cualquier momento, además de ser refrescante. Esta bebida enriquecida ofrece muchos beneficios al consumidor, como fortalecer el sistema inmunológico, ya que el limón ayuda a mantener las defensas del organismo en buenas condiciones, su alto contenido en vitamina C, potencia el sistema inmune Esta clase de bebidas elaboradas a base de emulsión de limón ayuda a una buena digestión ya

que mejora el metabolismo y al estimular la secreción gástrica; previene otro tipo de malestares como náuseas, dolor de estómago, constipaciones; por ser una bebida refrescante por su gran contenido acuoso y su sabor ligeramente ácido y dulce al mismo tiempo, esta bebida ayuda a reducir el calor del cuerpo y aporta una sensación de frescura al ingerirla.

Las bebidas refrescantes a base de limón actúan como bebida protectora además de reducir el riesgo de deshidratación, ayudan a prevenir desequilibrios electrolíticos y hasta envejecimiento de la piel. Su alto contenido de vitamina C, fósforo, potasio, sodio, azúcares simples, magnesio y hasta una mínima porción de carotenos, mantienen la integridad de la piel. También es útil para problemas urinarios, reumatismo y artritis; esta clase de bebidas a base de limón puede prevenir el dolor de los cálculos renales, pues esta bebida incrementa la producción de citrato urinario, una sustancia química de la orina que previene la formación de cristales que propician el apareamiento de cálculos renales.

### **1.1. Materias Primas**

Para la elaboración de la bebida refrescante se utilizan básicamente emulsiones con sabor a limón natural que se obtienen por medio de importaciones con su respectivo análisis de estabilidad y de calidad.

Otras materias primas usadas o que deberían usarse para la fabricación de bebidas refrescantes sabor a limón son el Jarabe de sacarosa, preservantes como el sorbato de potasio y benzoato de sodio, acidulantes, fibra, sucralosa y estabilizantes.

**Emulsiones Saborizadas.-** Una emulsión es una mezcla de dos líquidos insolubles. Un líquido (la fase dispersa) es dispersado en pequeños glóbulos o partículas en otro (la fase continua). El sistema es inestable se puede lograr una buena estabilidad con la inclusión de agentes emulsificantes.

En Las emulsiones, el agua es siempre uno de los componentes y las mismas pueden ser:

- Emulsiones de aceite/agua (O/W), en las cuales el aceite está presente en gotitas dispersas en la fase continua acuosa.
- Emulsiones de agua en aceite (W/O) donde ocurre lo contrario.

El que una emulsión sea de agua en aceite o de una emulsión de aceite en agua depende de la fracción del volumen de ambas fases y del tipo de emulsificador. Los emulsificadores y las partículas emulsificantes tienden a fomentar la dispersión de la fase en el que

ellos no se disuelven muy bien; por ejemplo las proteínas se disuelven mejor en agua que en aceite así que tienden a formar emulsiones de aceite en agua (es por eso que ellos fomentan la dispersión de gotitas de aceite a través de una fase continua de agua).

Las emulsiones pueden variar considerablemente en sus características físicas dependiendo primariamente del tamaño de partículas o glóbulos de la fase interna o dispersa. Estos pueden variar desde 0,25 hasta 25 micrómetros de diámetro. Cuando las partículas son más grandes que 5 micrómetros, la emulsión es considerada de baja calidad; por debajo de este número son consideradas finas o de buena calidad (2). La utilización de sabores emulsionados en bebidas aporta turbidez además de sabor. Se entiende por turbidez a la falta de transparencia de un líquido, debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido, generalmente más alta será la turbidez.

En la Tabla 2 se muestra el certificado de análisis de la emulsión de limón; en la Tabla 1.3 la composición de la bebida refrescante sabor a limón y en la Tabla 1.4 la etiqueta del envase de la bebida refrescante sabor a limón.

## TABLA 2

### CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LA EMULSIÓN DE LIMÓN.

International Flavors & Fragrances México, S de RL de CV



#### Certificate of Analysis

IMPORTACIONES Y REPRESENTACIONES  
 AROMCOLOR S.A.  
 RUC 1790041883001  
 AV. DE LOS SHYRIS 2810 N 41-84  
 2 QUITO  
 ECUADOR

Phone : 2 2448700 01 ...  
 Fax : 2 2268716

Customer Order : ASFG-3888 01-JUN-2011  
 IFF Order/Item : 1002370858 000010 / 02-JUN-2011  
 Delivery/Item : 2003778069 000010 / 10-AUG-2011

Goods Issue Date : 20-JUL-2011  
 Document Date : 22-JUL-2011  
 Info Text :

Material : LEMON EMULSION SC061834  
 Flashpoint : 212°F / 100°C

IFF Batch : 0004139882  
 Order Quantity : 500,000 KG  
 Storage Conditions : Cool Dark < 70 No Ref  
 Temperature Cond. : Cool & Dark

Date of Manufacture: 14-JUL-2011  
 Expiration Date: 13-JAN-2012

Test	Test data	Spec	Unit
COLOR DESCRIPTION		white to cream	
FLAVOR/ODOR		According to Standard	
VISUAL COLOR & APPEARANCE		According to Standard	
PRIMARY ODOR EVALUATION		According to Standard	
RELATIVE DENSITY D20/4	1,0560	1,0380 - 1,0680	gm/ml
PH	3,78	3,30 - 4,30	#
TURBIDITY NTU - HACH	203,00	170,00 - 270,00	NTU
PARTICLE SIZE BY COULTER		According to Standard	

This is an electronic document and therefore not signed.

IFF certifies that the quality of this product  
 conforms to our product specifications

www.iff.com      San Nicolás No. 5 Tlalapequilla, Edo. de México. 54090  
 Apartado Postal 242 Tlalapequilla, Edo. de México. Cdmx. (52-55) 5333-1900

Fuente: Aromcolor, 2011



**TABLA 3**  
**COMPOSICIÓN DE BEBIDA REFRESCANTE**  
**SABOR A LIMÓN**

<b>No retornable</b>	
<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño por porción: 1 vaso (250ml)	
Porciones por envase: 1	
Cantidad por porción	
Calorías: 113	
%Valor diario	
Grasa Total 1g	2%
Carbohidratos totales 27.8g	57%
Proteínas 0g	0%
Sodio 4mg	0%
Azúcares 11.5g	
24.5% 5mg	
Con porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías	

Fuente: Refrescos Sin Gas S.A

**TABLA 4**  
**ETIQUETA DE BEBIDA REFRESCANTE SABOR A LIMÓN**

<b>LIMONADA</b> sin gas		<b>No retornable</b>	<b>LIMONADA</b> sin gas
<b>Información Nutricional</b>			
Tamaño por porción: 1 vaso (250ml)			
Porciones por envase: 1			
Cantidad por porción			
Calorías: 113			
%Valor diario			
Grasa Total 1g	2%		
Carbohidratos totales 27.8g	57%		
Proteínas 0g	0%		
Sodio 4mg	0%		
Azúcares 11.5g			
24.5% 5mg			

Fuente: Refrescos Sin Gas S.A

Más allá que se requiere que la mayoría de los saborizantes líquidos naturales e idénticos al natural, usados en la industria de la alimentación, sean soluciones transparentes, existe una demanda de emulsiones saborizantes en la manufactura de bebidas. Estos saborizantes son utilizados donde se requiere una turbidez en forma permanente.

Para el proceso de elaboración de bebidas refrescantes se utilizan emulsiones de aceite en agua con sabor a limón. Habitualmente las emulsiones se fabrican para aplicar sabores cítricos que son los que provienen de aceites esenciales, que de otra manera no podrían aplicarse en bebidas ya que pudieran formar aros en el cuello o sedimentos en el fondo de las botellas. Estas emulsiones aportan a la bebida no solamente sabor sino también la turbidez requerida y eventualmente el color de la misma.

Las emulsiones son sumamente estables ya que su especial proceso de elaboración asegura partículas de aceites inferiores a los 0,5 micrones lo que evita la separación de fases (2) y los habituales cuellos que se generan en las bebidas que usan aceites esenciales o emulsiones de mala calidad.

**Colorantes.-** Se utiliza en la industria de fabricación de bebidas refrescantes para darle un color natural a la bebida. El colorante empleado es la Tartrazina (102).

La tartrazina (102) Es un colorante (amarillo) azoico sintético. Es muy soluble en agua. No se conocen efectos secundarios para la tartrazina pura, con excepción de las personas que son intolerantes a los salicilatos (aspirina, bayas, frutas). En estos casos, la tartrazina también induce síntomas de intolerancia. Está implicada en un gran porcentaje de casos de síndrome de ADHD (hiperactividad) en los niños, cuando ha sido utilizada en combinación con los benzoatos (E210-215).

Así mismo, las personas asmáticas también pueden experimentar síntomas luego del consumo de este aditivo, ya que se sabe que actúa como un agente liberador de histamina.

La ingesta máxima diaria es de 7,5 mg/kg. de peso corporal. (3). La tartrazina consiste fundamentalmente en 5-hidroxi-1- (4-sulfonatofenil)-4-(4-sulfonatofenilazo)- H-pirazol-3-carboxilato trisódico y otros colorantes secundarios, junto con cloruro sódico y/o sulfato sódico como principales componentes incoloros. La tartrazina se describe

como la sal sódica. También se permiten las sales cálcica y potásica (3).

**Acidulantes.-** Los acidulantes son una excelente herramienta para mejorar o realzar los perfiles de sabor de un producto determinado. Mediante componentes volátiles o generando regiones hidrófobas, por ejemplo, puede generarse la ilusión de sabores más potentes y permanentes. Si a este poder saborizante se le suma la exactitud de los modelos matemáticos desarrollados para evaluar su rendimiento, la elaboración de un producto innovador se vuelve cada vez más sencilla.

En las industrias de bebidas, hay más conciencia de los beneficios de usar los acidulantes. Es posible mejorar o realzar los perfiles de sabor usando unos acidulantes específicos. También, con los modelos matemáticos, es posible estimar la sensación de acidez de los acidulantes o de las mezclas de acidulantes. Para el producto elaborado en este trabajo se emplearon ácido cítrico y ácido ascórbico como acidulantes.(4).

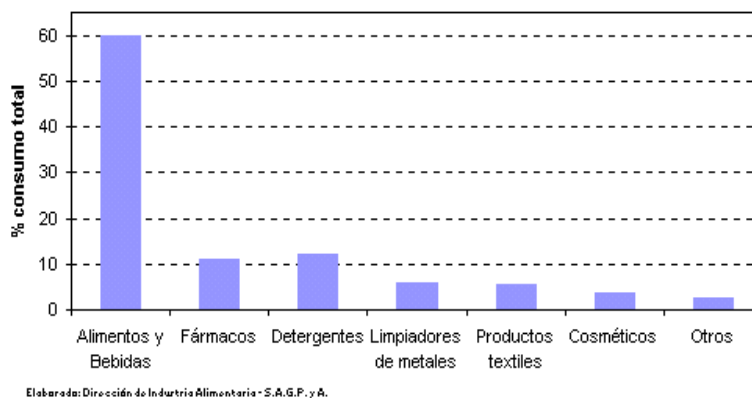
El ácido cítrico, es un sólido translucido o blanco. se ofrece en forma granular; es inodoro, sabor ácido fuerte, fluorescente al aire seco;

Cristaliza a partir de soluciones acuosas concentradas calientes en forma de grandes prismas rómbicos, con una molécula de agua, la cual pierde cuando se calienta a 100°C., fundiéndose al mismo tiempo.

El ácido cítrico tiene un fuerte sabor ácido no desagradable. Este ácido se obtiene por un proceso de fermentación. El ácido cítrico se obtenía originalmente por extracción física del ácido del zumo de limón. Hoy en día la producción comercial de ácido cítrico se realiza sobre todo por procesos de fermentación que utilizan dextrosa o melaza de caña de azúcar como materia prima y *Aspergillus niger* como organismo de fermentación. La fermentación puede llevarse a cabo en tanques profundos (fermentación sumergida, que es el método más común) o en tanques no profundos (fermentación de superficie). La fermentación produce ácido cítrico líquido que luego se purifica, concentra y cristaliza.

En la Figura 1.2 se presenta un gráfico de barras con el % que representa el consumo de ácido cítrico para cada destino.

Consumo de ácido cítrico por destino



Fuente: Dirección de Industria Alimentaria

### FIGURA 1.2: CONSUMO DE ÁCIDO CÍTRICO POR DESTINO

El ácido ascórbico no es sintetizable por el organismo, por lo que se debe ingerir desde los alimentos que lo proporcionan: vegetales verdes, frutas cítricas y papas.

Tal como en el caso de los hombres en que el ácido ascórbico no es sintetizable por el organismo, los animales no pueden sintetizarlo tampoco, por tanto ningún alimento animal cuenta con esta vitamina.

La vitamina C se oxida rápidamente y por tanto requiere de cuidados al momento de exponerla al aire, calor y agua. Por tanto cuanto menos calor se aplique, menor será la pérdida de contenido. Las frutas envasadas por haber sido expuestas al calor, ya han perdido gran

contenido vitamínico; lo mismo ocurre con los productos deshidratados. En los jugos, la oxidación afecta por exposición prolongada con el aire y por no conservarlos en recipientes oscuros.

Las dosis requeridas diarias de vitamina C no están definidas exactamente, sin embargo la Food and Drug Administration de Estados Unidos comprueba que con 60 mg/día se mantiene un total corporal de un gramo y medio, cantidad suficiente para servir las demandas corporales de un mes. De acuerdo con ello, el consumo de una fruta cítrica por día, cumple con tales requerimientos. (5)

**Fibra.-** Para el proceso de elaboración de la bebida refrescante se empleará Granofiber T800. Es una fibra dietaria soluble a base de goma guar parcialmente hidrolizada. Es un polvo versátil que se puede agregar muy fácilmente a una amplia variedad de alimentos y bebidas. Granofiber T800 no tiene ningún impacto en el sabor, color, textura o aroma en productos a los que se le agrega. Ofrece una manera fácil de adicionar fibra en la dieta de las personas a través de los alimentos y bebidas favoritos de los consumidores. Su solubilidad se debe a la goma guar que es un hidrato de carbono soluble en agua derivado de las semillas de la planta guar. Es utilizada por la industria como un

ingrediente alimenticio por sus propiedades espesantes, gelificantes, emulsificantes y estabilizantes que resultan de su alta viscosidad.

**Edulcorantes.**- El magnífico sabor de la sucralosa está cambiando la forma de pensar de los consumidores acerca del dulzor. Es aproximadamente 600 veces más dulce que la sacarosa, casi el doble de sacarina y 3.3 veces más que el aspartame. Se fabrica por halogenación selectiva de sacarosa, reemplazando los tres grupos hidróxilos de la molécula por cloro para obtener 4-cloro-desoxi a D-galactopiranosido de 1,6-dicloro- 1,6-didesoxi –  $\beta$ -D-fructofuranosilo.

diferencia de otros edulcorantes, la sucralosa mantiene su sabor a azúcar después de su incorporación a alimentos y bebidas. Gracias a ello, no sólo se pueden mejorar los alimentos y las bebidas existentes, sino también crear nuevos productos y revolucionar las preferencias de los consumidores. Además, la sucralosa no tiene calorías y no produce caries dentales.

La sucralosa es termoestable y resiste las variaciones de pH. Con este edulcorante pueden reformularse muchos productos endulzados totalmente con azúcar, a fin de optimizar su contenido calórico y mantener el perfil de sabor. La aceptación de la sucralosa entre los



consumidores es un hecho comprobado. A diferencia de otros edulcorantes, la sucralosa mantiene su sabor a azúcar después de su incorporación a alimentos y bebidas. Gracias a ello, no sólo se pueden mejorar los alimentos y las bebidas existentes, sino también crear nuevos productos y revolucionar las preferencias de los consumidores. Además, la sucralosa no aporta calorías y no produce caries dentales.

El cuerpo humano no reconoce a la sucralosa ni como azúcar ni como carbohidrato. Por lo tanto, no tiene efecto en la utilización de la glucosa, el metabolismo de los carbohidratos, la secreción de insulina ni la absorción de la glucosa y la fructosa. Se ha demostrado mediante estudios que en personas con niveles normales de glucosa en sangre y en personas con diabetes Tipo 1 ó Tipo 2 han confirmado que la sucralosa no tiene efecto en el control de la glucosa en sangre a corto o largo plazo.

**Estabilizantes.-** Las aplicaciones de los sistemas estabilizadores en bebidas son múltiples y variadas. Van desde lo que consideramos bebidas refrescantes no alcohólicas así como las cervezas, cocteles y licores. Dentro de las bebidas refrescantes su aplicación se basa en

impartir cuerpo y turbidez a la bebida, adicionalmente la densidad que aporta la sacarosa tendrá que compensarse mediante el empleo de una goma (Xantan), solo así se logrará dar la sensación de cuerpo que el producto original ofrece.

La goma xantan es estable en un amplio intervalo de acidez, es soluble en frío y en caliente y resiste muy bien los procesos de congelación y descongelación. Se agrega a los alimentos para controlar la reología del producto final. El polímero produce un gran efecto sobre propiedades como la textura, liberación de aroma y apariencia, que contribuyen a la aceptabilidad del producto para su consumo. Por su carácter pseudoplástico en solución la goma xantan tiene una sensación menos gomosa en la boca que las gomas con comportamiento newtoniano. Su comportamiento como antioxidante es mayor que el de otros polisacáridos debido a su gran capacidad de unirse a metales. (6)

**Preservantes.-** Los preservantes utilizados en el proceso de elaboración de la bebida refrescante sabor a limón son el sorbato de potasio y benzoato de sodio.

El benzoato de sodio es una sal que se obtiene del ácido benzoico. Por sus propiedades antisépticas se utiliza para conservar los alimentos, eliminando eficientemente a la mayoría de levaduras, bacterias y

hongos. Es efectivo en medios ácidos, por lo cual es ideal en el tipo de producto que se procesa en este trabajo. Para la conservación de los alimentos el mecanismo comienza con la absorción del ácido benzoico por la célula. Si el pH intracelular cambia a 5 o más bajo, la fermentación anaerobia de la glucosa con la fosfofructocinasa es disminuida un 95%.

El sorbato de potasio es un conservante y antiséptico de alta eficiencia y seguridad, puede inhibir eficazmente la actividad de moho y bacterias; también puede prevenir el crecimiento y reproducción de microorganismos nocivos tales como botulínica, estafilococo y salmonella, entre otros. Puede alargar el tiempo de conservación y mantener el sabor original de alimentos.

## **1.2 Tipos de Fibras**

La fibra dietética puede obtenerse de una gran variedad de alimentos naturales tales como cereales de grano entero, leguminosas, frutas y vegetales o bien de productos procesados ricos en fibra que puede encontrarse en una forma diferente a la de su estado natural pero más accesible o conveniente.(7)

Cabe resaltar que la fibra dietaria suele contener compuestos como la celulosa la cuál es la parte insoluble de la fibra, retienen poco agua, son poco fermentables y resisten la acción de los microorganismos del intestino. Su principal efecto en el organismo es el de limpiar las paredes del intestino desprendiendo los desechos adheridos a ésta; como consecuencia, este tipo de fibra, al ingerirse diariamente, facilita las deposiciones y previene el estreñimiento.

En la Tabla 5 se presenta el contenido de fibra y humedad de algunas frutas y otros productos derivados.

**TABLA 5**  
**HUMEDAD Y CONTENIDO DE FIBRA EN FRUTAS Y PRODUCTOS**  
**DERIVADOS**

Fruta y derivados de fruta	Humedad	Total	Fibra Dietaria (g/100g porción comestible)	
			Insoluble	Soluble
<b>Manzana (Roja):</b>				
Sin pelar	83,6	2,0	1,8	0,2
Pelada	84,6	1,5	1,3	0,2
Granny Smith, sin pelar	83,8	2,7	2,4	0,3
<b>Salsa de manzana:</b>				
Endulzada	79,6	1,2	1,0	0,2
Sin endulzar	88,4	1,5	1,3	0,2
Albaricoque seco	31,1	7,8	6,0	1,8
Albaricoques en nectar	84,9	0,6	0,5	0,1
<b>Arándanos:</b>				
Fresco	85,4	2,7	2,4	0,3
Congelado	83,5	3,2	2,5	0,7
<b>Pomelo:</b>				
Fresco	87,8	1,8	0,7	1,1
Jugo	90,1	0,5	0	0,5
Nectarina	89,7	1,2	0,8	0,4
<b>Naranja:</b>				
Fresca	86,0	1,8	0,7	1,1
Jugo	89,4	0,4	0,1	0,3
Pasa seca	26,2	7,3	3,1	4,2
<b>Fresas:</b>				
Fresca	90,5	2,2	1,3	0,9
Congelada	75,0	1,6	0,9	0,7
Mermelada	31,8	0,9	0,7	0,2

Fuente: Dreher. M (2003).

Con el nombre de fibra dietaria se agrupa a una serie de sustancias de origen vegetal, no digeribles por enzimas propias del organismo humano. A continuación se listan dichas sustancias y se describen algunas de sus características.

**Celulosa.-** Es un polímero lineal de glucosa con enlaces glucosídicos  $\beta$ -1,4. Es el componente más abundante de las paredes de las células vegetales donde se encuentra asociado con la hemicelulosa y la pectina. La celulosa es el componente principal de la madera, al

algodón y el papel en todos sus tipos. Se encuentra en zanahorias, col, verduras y cereales integrales. Su función en el organismo radica en estimular los receptores nerviosos de la pared muscular del sistema digestivo, favoreciendo sus movimientos peristálticos.

**Hemicelulosa.**- Con este nombre se grupa a una serie de moléculas formadas por polímeros de hexosas y/o pentosas, las cuales se hallan íntimamente asociadas a la celulosa (de ahí el nombre de hemicelulosa). Entre los más conocidos se encuentran los polímeros llamados xiloglucanos, arabinogalactanos y ramnogalacturonanos cuyos monosacáridos principales son: xilosa y glucosa, arabinosa y galactosa y en el último caso ramnosa y ácido galacturónico. Se les encuentra en cereales integrales y verduras en general. (8)

En la Figura 1.3 se presenta una foto del pan integral rico en hemicelulosa y lignina.



Fuente: Fibra Dietaria en la Nutrición M. Alvaro Miranda Román (2009)

### **FIGURA 1.3: PAN INTEGRAL RICO EN HEMICELULOSA Y LIGNINA**

**Pectinas.-** Son carbohidratos complejos formados por unidades repetidas de ácido galacturónico. La transformación en el laboratorio del grupo carboxilo del ácido galacturónico en metil éster, da lugar al polímero que recibe el nombre de ácido pectínico, siendo esta forma, la llamada pectina soluble; esta se usa para hacer mermeladas y jaleas en combinación con adecuadas cantidades de fruta, ácido orgánico y azúcar. Las pectinas se encuentran en las paredes celulares y la porción carnosa de la fruta, verduras y plantas comestibles.

La parte carnosa y blanca de la cáscara de cítricos como la toronja y la naranja, así como en la manzana, el membrillo y el tejocote; contienen abundantes cantidades de pectina (cerca del 20% de su peso seco).

La pectina comercial proviene de estas fuentes. En la Figura 1.4 se presentan algunas fuentes de pectina.



Fuente: Fibra Dietaria en la Nutrición M. Alvaro Miranda Román (2009)

**FIGURA 1.4 FUENTES DE PECTINA CON ALTO CONTENIDO EN EL ENDOSPERMO**

**Lignina.-** Es el principal componente no carbohidrato de la pared celular de las plantas. Es un polímero de p-coumarilo, coniferilo y alcohol sinapílico. Tiene mínima capacidad para absorber agua. Se le encuentra principalmente en la cascarilla de los cereales y en la alfalfa.

**Ceras Epitculares.-** Forman parte de la capa exterior de muchos frutos, hojas y semillas, están constituidas por hidroxiácidos de cadena larga. Se halla en manzanas.



**Mucílagos.-** Son polímeros principalmente de ácidos urónicos. Tienen la capacidad de retener grandes cantidades de agua formando un gel muy viscoso y gelatinoso. Los más conocidos son los del nopal, la sábila y el *Plantago psillium*.

**Agar.-** El agar proveniente de las algas marinas es un polímero de D y L galactosa. En algunos tipos de agar se encuentra la galactosa esterificada al ácido sulfúrico. El componente polimérico de las algas no marinas como la espirulina del vaso de Texcoco, es el ácido algínico; otras como el Kelp, contienen unidades repetidas de ácido manurónico.

**Gomas.-** Entre las gomas se encuentra la goma arábica, unidades repetidas de D-galactosa alternando con D-glucurónico, también contienen algo de arabinosa, ramnosa o manosa. Otras son: la goma guar, la goma karaya, la goma tragacanto y la de pino.

**Digestibilidad y Cambios a Nivel Intestinal.-** Las moléculas poliméricas que constituyen la fibra dietaria no son digeridas por enzimas propias del tracto gastrointestinal de monogástricos (entre los

que se encuentra el humano), aunque a nivel del intestino grueso ocurre digestión de parte de la fibra, efectuándose por enzimas de la flora bacteriana (más de un 25% en peso seco de las heces son flora bacteriana) liberándose carbohidratos simples.

**Acciones Fisiológicas de la Fibra Dietaria.-** La fibra soluble, constituida por pectinas, gomas y mucílagos, baja los niveles de colesterol sanguíneo, bajan la insulinemia y la glucemia, pueden unir ácidos biliares, y retardan el vaciamiento gástrico. La celulosa y la hemicelulosa forman parte de la fibra insoluble, tienen como función atrapar agua, por tanto incrementan el peso de las heces, pueden atrapar ácidos biliares, reducen la presión colónica intraluminal y el tiempo de tránsito intestinal. La lignina (que es totalmente insoluble e indigerible) y el agar-agar son posibles antioxidantes, atrapan agua, pueden secuestrar minerales traza, y afectan los esteroides fecales.

**Tránsito Intestinal.-** La ingesta diaria de fibra en adecuadas cantidades trae como consecuencia inmediata reducción en el tiempo de tránsito intestinal, por tanto aumento en la frecuencia de las evacuaciones, reduciéndose de cada 24 ó 36 horas a cada 8 ó doce

horas (dos o tres evacuaciones al día) con el consecuente abatimiento de la putrefacción intestinal y la desaparición del estreñimiento.

**Efecto sobre los Lípidos Sanguíneos.**- La celulosa y su derivado, la carboximetilcelulosa, el salvado de trigo, la goma karaya y la lignina, no alteran significativamente los niveles de colesterol sérico, triglicéridos o LDL en individuos saludables y normolipémicos. En cambio las pectinas y los mucílagos son efectivos, tanto en normolipémicos como en hiperlipémicos. El salvado de avena disminuye el colesterol y los triglicéridos en sangre.

### **1.3 Tipos de Edulcorantes**

Los edulcorantes corresponden a los agentes químicos sintetizados en laboratorios, que proporcionan el gusto dulce a los alimentos y poseen propiedades sensoriales agradables para la mayoría de los individuos. El gusto dulce ha estado asociado siempre a características positivas incluyendo la manifestación de emociones de afecto y recompensa.(9)

Es también indudablemente el gusto preferido; tal vez este hecho radica en que es la primera sensación gustativa que conoce el ser humano a través de la lactosa de la leche materna.

Los edulcorantes poseen en su molécula un sistema de donadores y aceptores de protones, que entran en interacción con un sistema complementario de diferentes tipos de receptores de sabor de las papilas linguales, de modo que la intensidad del enlace entre receptor y la molécula de sabor dulce es la causa del grado de dulzor. Se entiende por grado de dulzor los gramos de edulcorantes que deben disolverse en agua para obtener un líquido de igual sabor que la solución de 1g de sacarosa en el mismo volumen.

Muchos factores afectan el dulzor y diferentes métodos se han usado para determinar el radio edulcorante. El dulzor de la sacarosa, cambia debido a la inversión. El gusto dulce depende de la concentración del edulcorante, la temperatura, pH y tipo de medio usado.

Existen dos categorías básicas de edulcorantes: los nutritivos (calóricos) y los no nutritivos (no calóricos).

### **Edulcorantes Nutritivos o Calóricos**

Este tipo de edulcorantes proporcionan el sabor dulce y el volumen al alimento al cual se le han añadido. Así mismo, proporcionan frescura y

contribuyen a la calidad del producto. Se encuentran en forma de edulcorantes de mesa (fructosa); en alimentos, bebidas y fármacos (fructosa, jarabe de maíz) y chicles y caramelos (polialcoholes). Entre los más conocidos se encuentran: fructosa, sorbitol, lactosa, jarabe de malta de cebada, melaza residual, jarabe de arroz integral, azúcares de dátiles, evaporado de caña de azúcar entera, miel, jarabe de arce, stevia, glucosa, povidexrosa, xylitol, lactiol, maltosa y manitol.(10)

### **Edulcorantes no Nutritivos o no Calóricos**

Los edulcorantes no nutritivos pueden contribuir al control de peso o de la glucosa en sangre y a la prevención de las caries dentales. La industria de la alimentación valora estos edulcorantes por muchos atributos; entre ellos cualidades sensoriales (por ejemplo, un sabor dulce puro, la ausencia de sabor amargo o de olor), seguridad, compatibilidad con otros ingredientes alimentarios y estabilidad en diferentes entornos alimentarios.

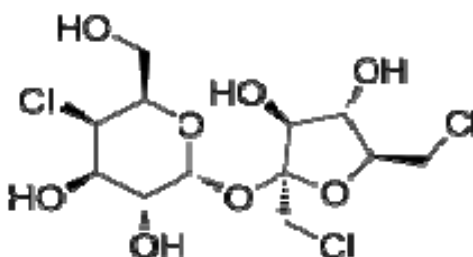
En algunos casos, los edulcorantes no calóricos se emplean en lugar de los calóricos. Ellos no proporcionan calorías, pero sí el sabor dulce. Todos los edulcorantes no calóricos son químicamente procesados. En

este grupo se incluyen la sacarina y sus sales sódica y cálcica (300-400 veces más dulce que la sacarosa); aspartame (180-200 veces más dulce que la sacarosa); acesulfame K o potasio acesulfame (130-200 veces más dulce que la sacarosa); sucralosa (600 veces más dulce que la sacarosa). El ciclamato (30-60 veces más dulce que la sacarosa) fue prohibido en 1970 en los EUA por la FDA, quien está estudiando su reincorporación.

Entre los más conocidos hay: acesulfame K, alitamo, aspartame, ciclamato, neohesperidina DC, sacarina, sucralosa, steviosida, taumatina. La tabla 6 resume una información acerca de los edulcorantes más comunes.

Para el desarrollo de la bebida refrescante a base de emulsión de limón, se seleccionó el uso de la sucralosa en relación a otros tipos de edulcorantes, debido a que es el único edulcorante de bajas calorías y en donde su estructura química es muy similar a la sacarosa a excepción de los átomos de Cloro, posee un mayor poder edulcorante y se utiliza en su reemplazo para bebidas y alimentos procesados. La molécula de sucralosa tiene la particularidad de ser inerte y pasar por el cuerpo sin alterarse, sin metabolizarse, y es eliminada después de

consumida. (11). En la Figura 1.5 se representa su estructura química, y en la Tabla 1.7 se presenta su certificado de análisis.




Fuente: Nutrición y Bienestar Natural Productos de México

**FIGURA 1.5: ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA SUCRALOSA**

**TABLA 6  
CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMITIDAS, IDA Y PODER  
EDULCORANTE**

Edulcorante	IDA (mg/kg)	Nivel máximo en bebidas (mg/kg)	Intensidad del edulcorante	CES (%)
Acesulfame K	0-9	350	150	5,2
Aspartame	0-40	600	200	12
Ciclamato	0-11	400	30	1,2
Sucralosa	0-15	450	500-750	9
Neohesperidina DC	0-5	30	1500	4,5
Sacarina	0-5	80 (100 en gaseosas)	300	2,4 (3,0)

**TABLA 7**  
**CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE SUCRALOSA.**

<b>Tate &amp; Lyle</b> Singapore, PTE	<b>ORIGINAL</b>	Repeat printout	Page 1
<b>CERTIFICATE OF ANALYSIS</b>			
SEND TO: REPYDISA C.A. RUC # 1791349644001 GERMAN ALEMAN N 332, AV 6 DE DIC 17079398 QUITO ECUADOR		ATTN: QC	
PRODUCT: SUCRALOSE GRANULAR DFF-1 10KG BOX			
REPORT DATE: 03/22/2011 CARRIER ID: - BESP		PO #: T&L-044/11 ORDER #: 3696695 DELIVERY #: 85960807 DATE SHIPPED: 03/28/2011	
<b>ANALYTICAL DATA</b>			
INSPECTION LOT 50000421591 LOT NUMBER XD1C206601 MFG DATE 03/07/2011			
20 10 KG BOX		<b>SPECIFICATIONS</b>	
		MIN	MAX
APPEARANCE		WHITE TO OFF WHITE CRYSTALLINE POWDER	
ASSAY	%	100.0	98.0 102.0
IDENT TLC		PASS	
IDENT HPLC		PASS	
IDENT IR		PASS	
WATER (KF)	%	0.3	0.0 2.0
HEAVY METALS		Complies	
Particle Size DFF-1		PASS	
ORGANOLEPTIC EVALUATION		PASS	
SPECIFIC ROTATION	DEG	86.3	+84.0 +87.5
RELATED SUBSTANCES	%	<.5	0.0 0.5
PH DROP		PASS	
HYDROLYSIS PRODUCTS		PASS	
COLIFORMS		Negative	
TOTAL AEROBIC COUNT	/G	< 250	0 250
YEAST & MOLD COUNT	/G	< 50	0 50
E. COLI		Negative	
S. AUREUS		Negative	
SALMONELLA		Negative	
RESIDUE ON IGNITION		Complies	
LEAD		Complies	
ARSENIC		Complies	
METHANOL		Complies	
TPPO		Complies	
Clarity		Complies	
<small>Specification Number 770401.3</small>			
<small>This ingredient is suitable for use in foods sold in the EU without labeling for genetically-modified content as defined by the EC directive 2001/18/EC.</small>			
<small>This product is manufactured in accordance with current US Food and Drug Administration good manufacturing practices regulations (GMP) and is fit for human consumption.</small>			
<small>It is recommended that Sucralose DFF-1 be used within 24 months of manufacture and stored in a dry, non-odoriferous environment at a Controlled Room temperature as defined by USP/NF - 77°F (25°C) or below, with a maximum temperature never to exceed 98°F (35°C). Reseal container before storing unused product.</small>			
<small>This product complies with FCC and JECFA Standards.</small>			
<small>This ingredient does not contain any commonly known sources of allergenic responses. Labeling is not required under FDA Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 (FALCPA) or under the EU Directive 2007/68/EC.</small>			
REPORTED BY:			
SEALS: NONE			
<b>Tate &amp; Lyle Singapore Pte.Ltd.</b> No. 168 Sakra Place Jurong Island 627811 Singapore		Vengadeswaran Nagaratnam Jurong Island, Singapore (+65) 65-11-5829	
<small>Tate &amp; Lyle Singapore Pte. Ltd.          No.168 Sakra Place          Jurong Island 627811 Singapore</small>			

Fuente: Repydisa 2011



#### **1.4 Proceso de Elaboración de las Bebidas Refrescantes**

**Recepción de la Materia Prima:** Antes de la preparación de la bebida refrescante, inicialmente el departamento de Aseguramiento de la Calidad debe aprobar la materia prima, así como el material de empaque que llega a las bodegas de la empresa. Las materias primas son almacenadas cerradas en sus respectivos contenedores. Sustancias higroscópicas como el ácido cítrico, ácido ascórbico (acidulantes) son almacenados en bodegas con temperaturas y humedad controladas (25°C., 55% de humedad relativa).

Materias primas como la sacarosa y las fibras son almacenadas en la bodega general. Los aromas líquidos, emulsiones y colorantes, se almacenan en bodegas a 25°C. El supervisor de calidad muestrea las materias primas y las analiza para su aprobación. Una vez aprobadas son liberadas para su uso en los procesos de producción.

El agua que entra al proceso de elaboración de la bebida refrescante es agua purificada mediante el proceso de clorinación y filtración. Para el proceso de elaboración de la Bebida refrescante a base de emulsión de limón, se debe elaborar como base un jarabe que es hecho con una premezcla de sacarosa y ácido cítrico, en concentraciones que

dependen del grado Brix del producto obtenido. El porcentaje de la premezcla a usar en la elaboración de la bebida depende además del sabor. El jarabe a elaborar debe ser filtrado para retener impurezas de la sacarosa que puedan ocasionar precipitaciones posteriores. El filtrado se lo realiza en la "Torta".

**Tratamiento del Agua.-** La elaboración se inicia con una filtración del agua para eliminar las partículas coloidales en suspensión, reducir su dureza y regular el pH. Se realiza una purificación mediante intercambio iónico para eliminar posibles restos de nitratos, que después podrían provocar la corrosión y liberar sustancias como estaño en la bebida. Para evitarlo, se debe clorar el agua para desinfectarla, aunque sea potable. Por último, se lleva a cabo la desaireación, un proceso que consiste en eliminar el oxígeno disuelto en el agua, ya que si luego se carbonatara y, si hay demasiado oxígeno, el CO<sub>2</sub> se solubilizará y no llevará a cabo su función. El tratamiento adecuado del agua es fundamental en la elaboración de bebidas refrescantes.

Este primer proceso de elaboración es el más importante, puesto que cada tipo de agua tiene unas características muy distintas de dureza,

metales o nitratos. El principal objetivo de esta etapa es conseguir una calidad equitativa durante las diferentes estaciones del año, ya que el agua contiene más o menos sustancias según la época. Otra finalidad es eliminar coloides y materias en suspensión, color, olores y sabores desagradables y, sobre todo, posibles patógenos.

**Preparación de la Torta.-** El jarabe se filtra en un filtro prensa cual consta de varias mallas entre las cuales se ponen dos papeles de filtros, uno de poros de tamaño grande y el otro de poros más pequeños. Una vez preparada la prensa, en el tanque de precapa (de capacidad máxima de 550 litros) se agrega 250 litros de agua, se mezclan con tierra diatomea que contiene 500g. de tierra bentonita que es tierra gruesa y 1500g. de tierra HYFLO que es tierra más fina. Esta mezcla se hace pasar por el filtro prensa, recirculando el agua con la finalidad de que la misma quede adherida a las mallas del filtro. Al inicio la mezcla es color rosada y conforme va pasando por el filtro prensa y se va recirculando se va volviendo transparente hasta quedar traslúcido nuevamente. Esto demora de 10 a 30 minutos. Esto quiere decir que la tierra diatomea se ha quedado retenida en los papeles de filtros. A esto se le llama torta y es por ella donde el jarabe va a ser filtrado mediante bombas centrífugas.

**Preparación del Jarabe.-** Se recibe en la planta por parte de un proveedor calificado la premezcla a base de azúcar y ácido que llega en sacos de 50 kg. con formulación de acuerdo a lo establecido para la fabricación de la bebida refrescante.

**Mezclado (jarabe).-** En una marmita de camisa de vapor con capacidad máxima de 1000 litros se prepara el jarabe. Desde el caldero se envía vapor para el calentamiento de la marmita. En ella se mezclan 800 litros de agua purificada mediante proceso de clorinación y filtración (antracita y carbón), 3000 g. de carbón activado, 250 g. de bentonita y la premezcla de azúcar y ácido en cantidades según la fórmula de la bebida a elaborar. El jarabe alcanza 60°C. Esta marmita tiene unas paletas que facilitan el mezclado. Se emplean bombas centrifugas en esta etapa del proceso.

**Filtrado (jarabe).-** Este jarabe se filtra por la torta dónde se retienen el carbón activado, la bentonita y las impurezas de la sacarosa que ocasionan las posteriores precipitaciones. Por lo general al jarabe se lo hace recircular por la torta que se formó en el filtro prensa de 2 a 5 veces. Cada dos filtradas se envía una muestra al laboratorio de Aseguramiento de la calidad para la aprobación del filtrado. Cada

filtrada toma unos 10 minutos. En relación al indicador de calidad en esta etapa del proceso se emplea láminas filtrantes sometidas a un proceso de filtración al vacío durante 5 minutos, posteriormente el análisis se establece observando mediante una lupa la presencia o no de pintas negras en donde el máximo tolerable es de 3 unidades por cada 50ml de jarabe analizado.

**Preparación de la Bebida Refrescante.-** Una vez aprobado el jarabe filtrado, se hace pasar el jarabe concentrado al tanque de preparación, donde va a ser mezclado con los otros ingredientes que han sido previamente pesados, según la fórmula establecida por el departamento de Aseguramiento de Calidad. Cabe recalcar que como este jarabe es concentrado para rendir 5 lotes, en la sala de pesado, los ingredientes se pesan en cantidades para rendir 5 lotes a partir de los porcentajes de la fórmula del jugo a elaborar. . El indicador de calidad en esta etapa del proceso se relaciona con los °Brix el cuál se encuentra en un intervalo de 60 a 62°.

**Mezclado de Ingredientes.-** En el tanque de preparación se mezclan los ingredientes, con el jarabe, es decir se adicionan todos los

componentes de la formulación como ácido cítrico, emulsión sabor a limón y preservantes como el Sorbato de Potasio y Benzoato de Sodio.

**Estandarización.-** La mezcla concentrada pasa al tanque pulmón que tiene una capacidad de 5000 litros, donde se diluye adicionándole agua purificada la cuál previamente es tratada con Hipoclorito de Sodio al 10% y filtrada con antracita y carbón activado para posteriormente desinfectar con rayos ultravioletas cuya función es destruir el ADN de los microorganismos, posteriormente se alcanza un volumen de 3900 litros. Este volumen rendirá 5 lotes de bebida, pues con esta dilución se obtiene la bebida que va a continuar la línea de proceso hasta ser envasado; es decir ha sido estandarizada a los parámetros establecidos.

Para asegurarse de que la estandarización es la correcta una muestra de esta bebida es llevada al laboratorio de Aseguramiento de la calidad donde se comprueba que los parámetros exigidos estén dentro del intervalo establecido para la bebida. Estos parámetros son la acidez, la cual oscila entre 0,30 a 0,32% de ácido cítrico, porcentaje de sólidos solubles, en función de la bebida a elaborarse, si es una bebida a base de sacarosa los °Brix oscilan entre 11 a 11,2 y si la bebida es sustituida

parcialmente con sucralosa, el porcentaje de sólidos solubles se encuentra en un intervalo 7.2 a 7.6, el valor del pH para la bebida refrescante sabor a limón es entre 3 a 3,4 y características organolépticas como color, olor y sabor conforme o característico a su patrón sensorial. En cuanto a los criterios de inocuidad, es decir parámetros microbiológicos, la bebida elaborada a base de emulsión de limón se basa en la norma Inen 2304. Si unos de estos parámetros están fuera del intervalo establecido, mediante balance de masa se calcula la cantidad de agua, sacarosa, edulcorante o ácido cítrico que se debe añadir para obtener el valor correcto. Por ejemplo: si la concentración de sólidos solubles o grados Brix, está un grado por abajo del intervalo exigido, mediante balance de masa se calcula qué cantidad de sacarosa se debe agregar a la bebida, para obtener un valor dentro del intervalo. Una vez aprobada la estandarización, la bebida está lista para ser pasteurizada.

**Pasteurización.-** Es el proceso determinante y el más importante en la línea de elaboración de bebidas listas para el consumo. La pasteurización es el proceso donde el producto es calentado a una temperatura establecida y manteniéndolo a esta temperatura o un poco más alta (dentro de un intervalo) por un tiempo mínimo también

establecido para un determinado producto. Se utiliza un equipo diseñado para este proceso, con el objetivo de disminuir significativamente la carga microbiana del producto para obtener un producto uno de larga vida y seguro para el consumidor. Claro está que un proceso de pasteurización no debe cambiar las propiedades sensoriales de un producto. Además otro objetivo de la pasteurización es ayudar a una completa disolución de los ingredientes en la mezcla para obtener un producto completamente homogéneo. Los procesos de pasteurización generalmente no superan los 100°C. La pasteurización de la bebida en la planta Resgasa se procesa a una temperatura de 85°C. por un tiempo de 120 segundos. Se realiza en un Intercambiador de placas de acero inoxidable.

**Envasado.-** El envasado de la bebida refrescante se lleva a cabo en una llenadora aséptica. Se encuentra ubicada en un área cerrada con una temperatura de aproximadamente 20°C, con constante circulación de aire. Consta de un panel de control que comanda el paso de bebida desde el tanque reservorio de bebida pasteurizada hasta una tolva de acero inoxidable la cual posee 32 boquillas y cuyo tipo de llenado es por gravedad. El llenado es completamente aséptico donde el producto



no queda expuesto al ambiente ni en riesgo de contaminación cruzada.

El producto es llenado en presentaciones de 350, 500 y 4000ml.

**Tapado y Cerrado.-** El producto cuando es llenado dentro de la envasadora anterior, es coronado y tapado en una roscadora que posee 8 encapsuladores los cuales están fijados bajo una misma estructura.

El Departamento de Aseguramiento de calidad, verifica con mucha frecuencia el torque y la capacidad de hermeticidad de los envases para evitar el ingreso de aire y la migración de producto.

**Codificación y Etiquetado.-** Los envases cerrados salen de la llenadora por un túnel y son codificadas mediante una impresora Video Jet. En la codificación deben constar:

- Lote
- Fecha de elaboración
- Fecha de caducidad
- Hora de elaboración
- PVP

**Embalado y Almacenamiento.**- Para formar las pacas se utiliza un material termoencogible. Se ponen 12 botellas de capacidad de 500 ml. sobre el material termoencogible y se envuelve completamente. Esta paca por formar entra a una empacadora que tiene radiadores de energía calorífica que hace que este material termoadherente se “encoja” (como que se derrite parcialmente) y unos rodillos lo adhieran a las botellas. A la salida de este equipo se enfría mediante ventilación para que el material termoadherente recupere su textura original y quede armada la paca.

En la figura 1.6 se presenta el diagrama flujo de elaboración de bebida refrescante sabor a limón.

### **1.5 Composición de las Bebidas Refrescantes: Problemática Actual**

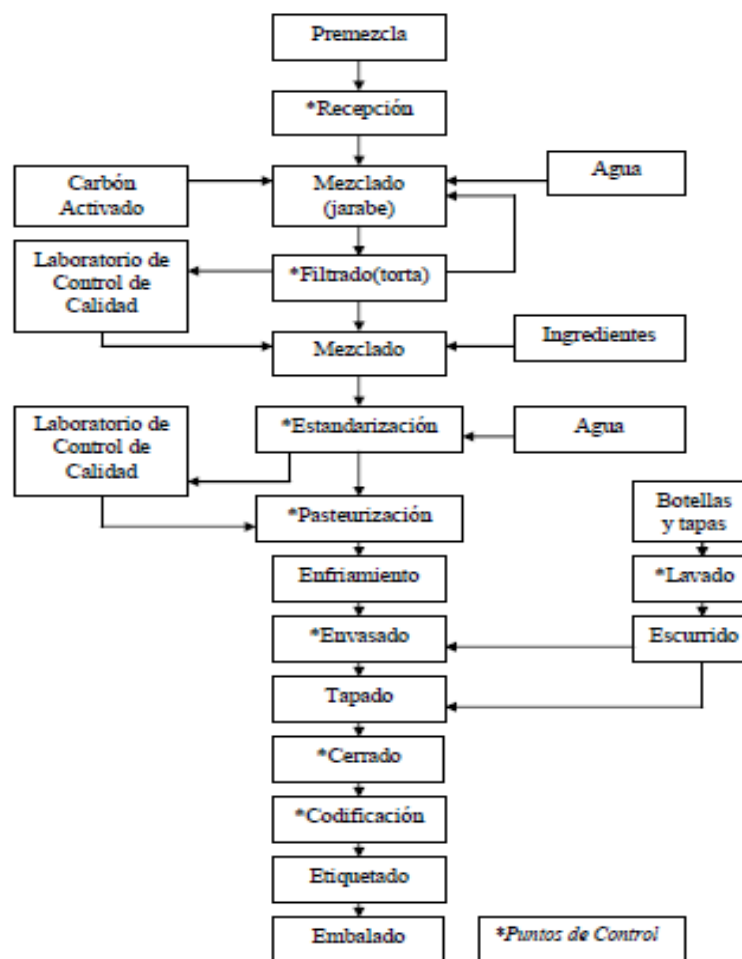
Las bebidas refrescantes son preparadas con agua tratada y purificada, establecidas en una formulación específica que contiene emulsiones saborizadas, azúcares, edulcorantes, acidulantes, preservantes y aditivos alimentarios como fibra. Los mismos tienen que estar aprobados por los organismos de control de cada país, para Ecuador, por el Ministerio de Salud, y obviamente respaldados por las normativas del Codex Alimentarius.

La obesidad es uno de los problemas más progresivo en la salud en el Ecuador. Si bien es cierto que esta enfermedad se presenta de mayor forma en los países desarrollados, también es verdad que su incidencia es cada vez mayor en las naciones en desarrollo. La obesidad, por su magnitud y trascendencia es un problema de salud pública. Se inicia en la infancia y alcanza cifras elevadas tempranamente en la vida adulta, que siguen aumentando con la edad. La prevalencia es más elevada en las mujeres y en las personas de nivel socioeconómico más bajo.

Así se estima por la Organización Mundial de la Salud, que para el 2015 en el Ecuador exista un 58,3% de sobrepeso y un 21,7% de obesidad en las mujeres y un 46,5% y 8,9% en los hombres. La causa raíz de esta problemática existente en el país se debe a las dietas y la falta de ejercicios, adicionalmente al alto consumo de bebidas refrescantes no carbonatadas, las que poseen un elevado contenido calórico y muy poco aporte nutricional. Aquello se refleja en los graves problemas de salud que presenta la población como diabetes, hipertensión arterial, enfermedades coronarias, inducidas en parte por el escaso conocimiento de cómo alimentarse de manera correcta y saludable.

Otro de los problemas en este tipo de bebida radica en la seguridad alimentaria, por ser productos de alta acidez, pueden ser susceptibles al ataque de levaduras y hongos que producen toxinas que provocan intoxicaciones alimentarias y por ende riesgos a la salud del consumidor. La falta de la infraestructura o condiciones sanitarias óptimas en algunas empresas para la manufactura de estos productos, incide en el resultado.

#### DIAGRAMA DE FLUJO DE BEBIDA REFRESCANTE A NIVEL INDUSTRIAL



<b>Parámetros físico- químicos:</b>	
° Brix bebida a base de sacarosa:	11 -11,2
° Brix bebida edulcorada:	7,2 – 7,6
Acidez:	0,30 – 0,32
pH:	3,0 – 3,4
<b>Parámetros microbiológicos:</b>	
Aerobios mesófilos	< 100 UFC /cm <sup>3</sup>
Levaduras y hongos	< 50 UFC/cm <sup>3</sup>
Coliformes totales	<3 NMP/cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	<3 NMP/cm <sup>3</sup>
<b>Norma Inen: 2304</b>	

**FIGURA 1.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA REFRESCANTE SABOR A LIMÓN**

Adicionalmente la mayoría de las bebidas refrescantes que se encuentran en el mercado tienen un bajo contenido nutricional lo que afecta significativamente una adecuada nutrición en la población.

Con el desarrollo de este trabajo se pretende incorporar un valor agregado a la bebida refrescante sabor a limón que se comercializa normalmente, aumentando su valor nutricional con la adición de fibra dietaria y reduciendo las calorías mediante sustitución parcial de la sacarosa mediante la sucralosa.

Un alimento se considera funcional cuando, además de destacar en sus propiedades nutritivas, contiene algunos elementos que al

consumirse el alimento diariamente en una dieta equilibrada contribuye a mantener o mejorar el estado de salud y bienestar de los consumidores.

De esta manera con la propuesta se puede lograr un producto funcional, con un efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y que estos efectos positivos puedan reivindicar sus características funcionales o incluso saludables.

# CAPÍTULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del presente trabajo, se llevó a cabo en la empresa Resgasa ubicada en el km 6.5 vía Daule en la ciudad de Guayaquil. Se escogió como producto dentro de la amplia gama de jugos que elabora la empresa, a la bebida refrescante llamada comercialmente como Limonada All Natural, debido a que según estadísticas del Departamento de Ventas representa el 30% del total de facturación mensual siendo un producto de alta rotación y demanda.

De acuerdo a ensayos preliminares en los que se determinaron las curvas de fibra dietaria adicionada al producto en un tanque de formulación de acero inoxidable, se prepararon 1 500 L. de bebida en tres lotes por separado de 500 L. cada uno, a los que se adicionó la fibra dietaria a concentraciones del 1,5 % respectivamente y evaluadas en bebidas con sacarosa y sustituidas parcialmente con sucralosa al 40%, posteriormente

se pasteurizó la bebida a 85°C. con un tiempo de retención de 2 minutos. Los ensayos realizados por 4 meses, fueron hechos en una industria de bebidas.

Todas las muestras de bebidas con sacarosa y las sustituidas parcialmente con 40% de sucralosa, con fibra y sin fibra dietaria se conservaron en estufa a 32°C, durante 4 meses.

## **2.1 Diseño del Experimento para Evaluar el Efecto de la Fibra en las Bebidas Refrescantes.**

Las variables que se estudiaron fueron el contenido de fibra dietaria, junto con la adición de sucralosa, para la industria de bebidas, lo cual afecta directamente en la relación densidad – fibra manteniendo la misma temperatura de pasteurización, y tomando las muestras para diferentes tiempos, de una por cada mes, estandarizando una curva de envejecimiento acelerado.

El objetivo fue determinar si estas variables afectan a la calidad sensorial, a la calidad microbiológica, a la composición nutricional y a los rendimientos económicos.



### **2.1.1 Variables y niveles para pruebas experimentales**

El contenido de fibra dietaria y cantidad de sucralosa que se le adiciona a la bebida refrescante, ofrece un valor agregado al producto terminado. Se lo agrega con el objetivo de que la fibra dietaria eleve el contenido nutricional del producto terminado y la cantidad de sucralosa reduzca los niveles de caloría presentes en la bebida.

En este trabajo se tomó como referencia la relación fibra – densidad para evaluar la calidad sensorial y organoléptica del producto. El efecto de la adición de la fibra dietaria en la bebida refrescante se evalúa en bebidas a base de sacarosa y sustituida parcialmente con sucralosa en un 40%.

La fibra dietaria utilizada es soluble en goma guar, no tiene ningún impacto en el sabor, por ende mantiene el perfil natural enriquecido como valor agregado. La bebida parcialmente sustituida con sucralosa en un 40%, tiene como finalidad reducir el porcentaje de sólidos solubles para disminuir las calorías y darle un valor agregado al producto. La fibra dietaria y la sucralosa son estables a la temperatura del proceso.

La dosis para la adición de la fibra dietaria viene dada por la recomendación del fabricante que indica una concentración adecuada del 1,5% para que el producto sea declarado como un alimento con buena fuente de fibra, evaluado en la bebida a base de sacarosa y en la bebida sustituida parcialmente con sucralosa (60% sacarosa, 40% sucralosa).

El tipo de estudio es descriptivo simple y preexperimental, Longitudinal; ya que se estableció la vida de anaquel de la bebida pasteurizada con fibra dietaria y sustituida parcialmente con sucralosa, realizando durante el proceso análisis físico - químicos y sensoriales (prueba descriptiva).

El proceso consiste básicamente de las siguientes etapas:

- Pesar los ingredientes.
- Mezclar de ingredientes con la fibra dietaria en las bebidas refrescantes con diferentes concentraciones de sacarosa mediante agitación constante.
- Analizar muestras y verificar parámetros físicos químicos.
- Pasteurizar a 85°C con un tiempo de retención de 2 minutos.

- Analizar muestras de bebida refrescante a diferente tiempo de vida en estabilidad normal, en lo relacionado al Brix, densidad, contenido de fibra y análisis microbiológicos.

La Tabla 8 muestra las variables independientes que se manipularán durante el experimento.

**TABLA 8**  
**VARIABLES A MANIPULAR EN EL EXPERIMENTO:**

Variables Independientes	
Plan de Experimentación	
Fibra CF-SF	Edulcorante 0-1
Fibra (CF)	100% Sacarosa (0)
Fibra (CF)	Sucralosa + Sacarosa (1)
Sin Fibra (SF)	100% Sacarosa (0)
Sin Fibra (SF)	Sucralosa + Sacarosa (1)

Se realizó un diseño factorial  $2^2$

**Variables Independientes estudiadas a dos niveles:**

Contenido de fibra y contenido de sucralosa.

Se categorizaron de la siguiente manera:

- Bebida refrescante con Fibra 100 % sacarosa
- Bebida Refrescante con Fibra 60 % sacarosa + 40% sucralosa
- Bebida refrescante sin Fibra 100% sacarosa (Fórmula original)
- Bebida refrescante sin Fibra 60% sacarosa + 40% sucralosa.

Como fue dicho anteriormente, se procedió a trabajar las muestras en un tanque de acero inoxidable con agitación constante, en donde se adicionan todos los ingredientes, tanto en la bebida con sacarosa, como en la sustituida parcialmente con sucralosa. Posteriormente se pasteuriza la bebida a 85°C con un tiempo de retención de 2 minutos y se llena en envasadora aséptica a temperatura ambiente.

Las variables son cuantitativa discreta.

Indicador: Temperatura de pasteurización y tiempo de retención.

### **Variables Dependientes:**

#### **Densidad:**

La fibra soluble es la que se añade a las bebidas ya que se dispersa de mejor manera en el agua y sedimenta menos que la insoluble. Al adicionar fibra en la bebida refrescante, ocurre un aumento de la textura de la bebida ya que se vuelve densa por

el aumento de sólidos lo cual se evidencia cuando el jugo es pasteurizado. Se debe tener fundamental cuidado en el tamaño de la partícula, ya que si es excesivamente grande pueden crear una sensación de arenosidad al degustar el producto afectando organolépticamente sus características sensoriales. Para controlar el tamaño de la partícula se realiza una mezcla homogénea en seco con un 1 kg. de sacarosa y posteriormente adicionarla a la bebida agitando constantemente con la finalidad de obtener una bebida terminada conforme. Es una variable cuantitativa continua.

### **Grados Brix (Porcentaje de Sólidos Solubles):**

El efecto de la fibra se evaluará en dos clases de bebidas con diferentes concentraciones de azúcar, en donde se midió el contenido de sólidos solubles presentes en las muestras y a su vez evaluar el contenido calórico de las mismas.

### **Análisis microbiológicos**

Se analizarán el comportamiento microbiológico durante cuatro meses de: aerobios totales, coliformes totales, hongos y levaduras.

### Análisis Organolépticos

Comparación hedónica de muestras donde se evaluará una diferencia significativa.

### Composición nutricional (fibra):

Mediante métodos gravimétricos y enzimáticos-químicos, se determina el contenido de fibra presente en la bebida enriquecida, para evaluar su contenido nutricional. La Tabla 9 muestra el compilado de las variables utilizadas en la experimentación.

**TABLA 9**  
**DISEÑO DEL EXPERIMENTO. DISEÑO  $2^2 = 4$  CORRIDAS POR**  
**TRIPLICADO. (POR CADA MES Y DOS MESES).**

Variables Independientes		Variables Dependientes			
Plan de experimentación		Resultado organoléptico	Resultados físico-químicos		
Fibra CF-SF	Edulcorante 0-1	Sabor de la bebida	Microbiológico	Porcentaje de Sólidos Solubles	Composición nutricional
Fibra (1.5%)	100% Sacarosa (0)	y1	z1	w1	x1
Fibra (1.5%)	Sucralosa (40%) + Sacarosa (100%)	y2	z2	w2	x2
Sin Fibra (SF)	100% Sacarosa (0)	y3	z3	w3	x3
Sin Fibra (SF)	Sucralosa (40%) + Sacarosa (100%)	y4	z4	w4	x4

### **Parámetros que se Mantuvieron Fijos**

La temperatura de pasteurización a 85°C., el tiempo de retención de dos minutos, la cantidad de acidulantes agregados a la formulación son parámetros característicos del proceso que se mantuvieron fijos durante la experimentación.

Las variables de respuesta se discutirán agrupadas según:

- Análisis de costos.
- Características químicas de la bebida.
- Características organolépticas del producto.
- Análisis microbiológicos.

#### **2.1.2 Determinación de Corridas Experimentales**

La codificación aplicada fue ortogonal desde el inicio del experimento para obtener los coeficientes independientes en los modelos. En los ensayos se identificó la bebida refrescante 100% sacarosa con fibra y sin fibra, así como también sustituida con 40% de sucralosa. En los ensayos el valor 0 señala que la bebida no está sustituida con edulcorantes y el valor 1 indica la

sustitución parcial de la sacarosa. En la Tabla 10 se puede apreciar la codificación correspondiente.

**TABLA 10**  
**CORRIDAS EXPERIMENTALES**

Producto	Fibra Dietaria	Código
Bebida refrescante 100% Sacarosa	Sin Fibra	SF0
Bebida refrescante 100% Sacarosa	Con fibra	CF0
Bebida refrescante 60% Sacarosa + 40% Sucralosa	Sin Fibra	SF1
Bebida refrescante 60% Sacarosa + 40% Sucralosa	Con fibra	CF1

Las combinaciones se presentan en la Tabla 10, donde además se da un código a cada ensayo a fin de poder identificar rápidamente las muestras. Todos los ensayos se realizarán por triplicado.

## 2.2 Pruebas Físico Químicas de las Bebidas Refrescantes

### Medición de Grados Brix

El análisis de Grados Brix o determinación del porcentaje de sólidos solubles en la bebida refrescante se realiza mediante un refractómetro



manual en donde el intervalo de escala es de 0 a 32°Brix. En la Figura 2.1 se muestra el equipo manual utilizado. Se analizaron muestras de las bebidas refrescantes con sacarosa y sustituida al 40% con sucralosa.

El fundamento radica en que cuando aumenta la densidad de la sustancia, el índice de refracción aumenta proporcionalmente. Este método se basa en la relación que existe entre el índice de refracción y el porcentaje de sólidos solubles de una muestra, midiendo esto en un prisma refractométrico.

La Escala de Medición (%) muestra el porcentaje de concentración de los sólidos solubles contenidos en una muestra (solución acuosa). El contenido de los sólidos solubles es el total de todos los sólidos disueltos en el agua, incluyendo la sacarosa, las sales, las proteínas, los ácidos, etc., y la medida leída es el total de la suma de éstos. Básicamente, el porcentaje Brix (%) se calibra a la cantidad de gramos de sacarosa contenidos en 100 g de solución de sacarosa. Así, al medir una solución de sacarosa, Brix (%) debe ser equivalente a la concentración real.



**FIGURA 2.1: REFRACTÓMETRO MANUAL DE 0 A 32 ° BRX**

### **Determinación de Acidez Titulable en porcentaje de Acido Cítrico**

La finalidad de la acidez es para determinar el porcentaje de ácidos presentes en el producto, detectándose mediante una titulación potenciométrica en la que se expresa el resultado como ácido predominante en este caso ácido cítrico.

La determinación se basa en la valoración o titulación alcalinométrica. Este método analítico detecta el porcentaje de acidez, mediante la neutralización de los iones  $H^+$  con una solución básica como el hidróxido de sodio a una concentración 0,1 N.

Para la bebida refrescante evaluada el parámetro de acidez es de 0,30 a 0,32

Para expresar el resultado se emplea la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Acidez} = V * N * \text{Meq} \times 100 / M$$

Donde:

**V** = Volumen de NaOH 0.1 N consumido en la titulación.

**N** = Normalidad del NaOH utilizado en la titulación.

**Meq** = Peso equivalente al ácido predominante.

**M** = Gramos de muestra pesados o medidos.

**Miliequivalentes:**

Acido Cítrico: 0,0 64 (con este valor se realizó el análisis)

**Determinación de la Densidad:**

Para determinar este parámetro se utilizó la picnometría, que relaciona la masa de un volumen determinado de líquido, en este caso, la bebida refrescante sabor a limón a 20°C y la masa del mismo volumen de agua pura a la misma temperatura. El procedimiento seguido es el que se describe a continuación.

**Masa del Picnómetro Vacío:** El picnómetro es previamente limpiado con ácido cromosulfúrico y enjuagado varias veces con agua destilada para posteriormente dejarlo secar a temperatura ambiente. Después de poner el tapón se dejar reposar durante 15 minutos en la caja de la

balanza y después se pesa con cuatro cifras decimales. Hay que realizar la media de tres determinaciones.

**Masa del Picnómetro Lleno de Agua:** Se llena el mismo picnómetro un poco por encima del enrase con agua destilada, se tapa el mismo y se deja durante 30 min. en un baño de agua a 20° C. Con ayuda de un capilar se enrasa exactamente, es decir se hace coincidir el borde inferior del menisco o superficie curvada del líquido con el enrase. A continuación, la parte vacía del picnómetro se seca con papel filtro, se coloca el tapón y después de sacarlo del baño de agua se seca bien sin dejar residuos, se procede a colocarlo en la balanza durante 30 min y se pesa con una precisión de cuatro cifras decimales. Se realizan tres determinaciones.

**Masa del Picnómetro Lleno de la Muestra Problema:** El picnómetro lleno de agua se vacía y se lava cuidadosamente varias veces con pequeñas fracciones de la muestra problema (de 5 a 10 mL.). Después de llenarlo con la sustancia problema ligeramente por encima del enrase, se sigue lo indicado para el procedimiento del picnómetro lleno de agua.

Para el cálculo de la densidad relativa a 20°C se calcula de la siguiente manera:

$$d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Donde:

m<sub>1</sub>= masa en g. del picnómetro vacío

m<sub>2</sub>= masa en g. del picnómetro lleno de agua a 20°C.

m<sub>3</sub>= masa en g. del picnómetro lleno de la muestra problema a 20°C.

El factor m<sub>2</sub> – m<sub>1</sub> es el mismo para todas las determinaciones si se utiliza el mismo picnómetro y solo es necesario comprobarlo ocasionalmente.

### **Determinación del pH**

La finalidad de medir el pH es determinar el grado de acidez o de basicidad de una sustancia, es decir la concentración de iones H<sup>+</sup> u OH<sup>-</sup> respectivamente. Su fundamento se basa en la medición con un potenciómetro, del grado de acidez o basicidad mediante el uso de electrodo sensible a la concentración molar de iones hidrógeno en la solución de la muestra. En la Figura 2.2 se presenta el equipo utilizado. El intervalo de pH de la bebida refrescante sabor a limón se encuentra en un intervalo de 3 a 3,4

El intervalo de pH de la bebida refrescante sabor a limón se encuentra en un rango de 3 a 3,4



**FIGURA 2.2: POTENCIÓMETRO PARA MEDIR PH**

En la Tabla 11 se puede apreciar los requisitos físico químico para bebidas según Norma Inen 2304.

**TABLA 11  
PARAMETROS**

Parámetros	Mínimo
Sólidos solubles en Grados Brix a 20°C	7
pH	2
Acidez titulable, g/100 cm <sup>3</sup> expresada como ácido cítrico anhidro	0,1

Fuente: Norma Inen 2304

### **Determinación de Fibra Dietaria**

Los métodos para determinar la fibra dietaria pueden desglosarse en métodos gravimétricos y métodos enzimático-químicos.

Los métodos gravimétricos se basan en pesar el residuo que queda después de una solubilización enzimática o química de los componentes que no son fibra.

Los métodos enzimático-químicos consisten en aislar los residuos de fibra dietaria por acción enzimática y en liberar por hidrólisis ácida los azúcares neutros que constituyen los polisacáridos de la fibra y medirlos por cromatografía líquida de alta presión (HPLC), cromatografía de gases (GLC) o colorimétricamente. Los ácidos urónicos se determinan colorimétricamente o por descarboxilación y la lignina se determina generalmente por gravimetría. (12).

Los métodos gravimétricos son más sencillos y rápidos, se limitan al cálculo de las fibras totales o de las fibras solubles e insolubles, los métodos enzimático-químicos en cambio son más complejos y lentos, proporcionan la cantidad de cada uno de los azúcares neutros y ácidos, se pueden estimar por separado la lignina y añadirla a la suma de los azúcares individuales dando el contenido de fibra total.

A continuación se detallan los principales métodos y la fracción que se analiza en cada uno de ellos.

## **Métodos Gravimétricos**

### **1. Químico Gravimétrico**

#### **a) Fibra Cruda**

Se basa en el tratamiento secuencial con ácidos y álcalis en condiciones estandarizadas. Con este método se subvalora en forma importante el contenido de fibra dietaria ya que se disuelve gran parte de la hemicelulosa y lignina, cantidades variables de celulosa y toda la fibra soluble.

Los valores de fibra cruda no tienen relación con el verdadero valor de la fibra dietaria de los alimentos humanos. Los valores de fibra dietaria generalmente son 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda, pero no puede hacerse un factor de corrección porque la relación entre fibra cruda y fibra dietaria varía dependiendo de los componentes químicos. La fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debiera usarse para informar del contenido de fibra de los alimentos.



### **b) Fibra Ácido Detergente**

Este método consiste en someter la muestra a ebullición con bromuro de cetiltrimetilamonio en medio ácido y subsecuente filtración y lavado del residuo. Este método da una buena estimación de celulosa y lignina. En el residuo se puede analizar la celulosa o lignina (13.).

### **c) Fibra Neutro Detergente**

Este procedimiento envuelve la extracción del alimento con una solución caliente de laurilsulfato de sodio y la subsecuente determinación gravimétrica del residuo (14).

Este método da una buena estimación de la fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina) y ha sido usado ampliamente para evaluar los alimentos de consumo humano.

La ventaja de este método es que permite determinar la fibra insoluble por un método relativamente simple. La gran desventaja es que la fibra soluble se pierde. La diferencia entre el método neutro y ácido detergente que da la hemicelulosa pero existen errores potenciales asociados con esta estimación, por lo que se enfatiza la medición directa de hemicelulosas (15).

#### **d) Fibra Dietaria Total Simplificada**

Recientemente un método gravimétrico no enzimático fue desarrollado para el análisis de fibra dietaria total (FDT) en productos con bajo contenido de almidón como frutas y verduras (16). Este método ha sido estudiado en forma colaborativa bajo los auspicios de la AOAC. Para la mayor parte de las dietas que contienen almidón este método sobreestima el contenido de FDT.

#### **2. Enzimático gravimétrico**

Estos métodos se basan en digerir las proteínas e hidratos de carbono con enzimas, el remanente se adjudica a la fibra dietaria previo descuento del contenido de cenizas y proteínas remanentes. Puede determinarse la fibra insoluble sola, o por precipitación con alcohol, se puede incluir la fibra soluble y se pueden determinar separadas o juntas.

Se han reportado varias técnicas como: la técnica de Asp y colaboradores (17) que emplea Termamyl como alfa amilasa, pepsina y pancreatina y permite determinar la fibra dietaria total o separada en soluble e insoluble; la de Pak y colaboradores (18), que utilizando las

mismas enzimas, introduce modificaciones que simplifican la determinación; y la de Prosky y colaboradores (19), basada en la de Asp y otros investigadores, que determina fibra dietaria total empleando Termamyl, proteasa y glucoamilasa y que por el hecho de trabajar con enzimas bacterianas, hay que comprobar que no tenga presencia de actividad enzimática que digiera la fibra (pectinasas, hemicelulasas). El método es más simple, más rápido y más esquematizado que el de Asp y hay buena correlación entre ambas técnicas.

Las principales ventajas de estos métodos es que son relativamente exactos y precisos comparados a otros procedimientos. Más aún, estos métodos son simples, económicos y sencillos de realizar y no requieren personal altamente entrenado y una alta inversión de capital, particularmente cuando se comparan a métodos más sofisticados usando técnicas de cromatografía de gases o cromatografía líquida de alta presión.

Estos métodos son considerados los más adecuados para análisis de rutina para el etiquetado de la fibra y propósitos de control de calidad (20).

### **3. Químico-Enzimático-Gravimétrico**

#### **a) Fibra Dietética Total (Fibra Neutro Detergente + Fibra Soluble)**

Recientemente un método gravimétrico ha sido declarado oficial por la AOAC para análisis de rutina de fibra dietaria total. El método usa el procedimiento de fibra neutro detergente y lo combina con una determinación separada de fibra soluble para derivar la fibra dietaria total (21).

El valor así determinado está en concordancia con valores de fibra dietaria total medido por métodos enzimático gravimétricos ya señalados. Este método fue aprobado por la AOAC para determinaciones de fibra dietaria total solamente y no para determinaciones de fibra soluble y fibra insoluble.

#### **Métodos Enzimáticos-Químicos**

El residuo de las fibras obtenido después de la digestión enzimática es hidrolizado con ácidos fuertes para liberar los azúcares monoméricos que se determinan colorimétricamente, por GLC o HPLC. Los azúcares ácidos se cuantifican por descarboxilación y medición del anhídrido carbónico liberado o colorimétricamente. La lignina se determina gravimétricamente en algunas técnicas.

## **1. Colorimétricos**

En soluciones ácidas, los carbohidratos producen reacciones de condensación con un gran número de sustancias dando productos coloreados que pueden medirse espectrofotométricamente.

### **a) Método de Southgate**

Se basa en el fraccionamiento de fibra dietaria en polisacáridos no celulósicos solubles e insolubles medidos colorimétricamente como hexosas, pentosas y ácidos uránicos, celulosa como glucosa y la lignina gravimétricamente como residuo insoluble en ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 72%. La ventaja es que da una rica información de los componentes de la fibra. Su desventaja es que es complejo, sobreestima el valor de fibra dietaria porque no considera la hidratación de los azúcares al hidrolizar los polisacáridos (22) y porque las reacciones colorimétricas que emplea de hexosas, pentosas y ácidos uránicos con antrona, orcinol y carbazol respectivamente son poco específicas).

## **2. Cromatografía de Gas Líquido**

Analiza los azúcares que componen la fibra dietética después de su derivatización a compuestos volátiles y de su separación con cromatografía de gas líquido, generalmente 5-6 monómeros neutros.

### **a) Método de Englyst y Cols.**

Con esta técnica es posible obtener en un mismo ensayo la determinación de los polisacáridos que no son almidón, polisacáridos no celulósicos y polisacáridos insolubles que no son almidón. La lignina no es posible medirla. Hay que hacer notar que no se incluye el almidón resistente en la determinación de fibra dietaria a diferencia de la determinación de fibra dietaria por métodos enzimático-gravimétricos.

Desde su inicio, el método ha tenido varias modificaciones para mejorar su exactitud (23). Un punto importante de notar es que los polisacáridos que no son almidón soluble, se calculan como la diferencia entre el total y fibra insoluble. Wolters y cols. (24) informan que la sobreestimación de la cantidad de polisacáridos que no son almidón solubles podría ser la razón de porqué este componente se

calculó como diferencia entre el total y polisacáridos que no son almidón insolubles.

**b) Método de Theander y cols. (25).**

Se describen 3 métodos que permiten determinar la fibra dietaria total o desglosada en soluble e insoluble. Los azúcares neutros se analizan por GLC, los ácidos urónicos por descarboxilación y la lignina por gravimetría. Este método incluye almidón resistente y lignina.

Se ha dado a conocer una reciente versión del método para un análisis rápido de fibra dietaria (método de Uppsala) (26).

**3. Cromatografía Líquida de Alta Presión**

Se determina la composición de los monosacáridos de los residuos de fibra dietaria empleando HPLC (27). Aunque este método parece promisorio, su precisión necesita evaluarse en estudios colaborativos.

**Selección del Método**

El método elegido debe adecuarse al propósito. Si es de legislación o etiquetado nutricional, los métodos enzimático-gravimétricos serán los adecuados, pero si se quiere una información más detallada en

términos de investigación, obligadamente habría que usar los métodos cromatográficos.

### **2.3 Pruebas Microbiológicas de las Bebidas Refrescantes**

Las pruebas microbiológicas para bebidas refrescantes se basan en las siguientes normas Inen que se detallan a continuación específicas para cada microorganismo evaluado:

- Coliformes- Norma Inen 1529-6
- Coliformes fecales- Norma Inen 1529-8
- Aerobios mesófilos-Norma Inen 1529-5
- Recuento de hongos y levaduras-Norma Inen 1529-10

#### **Norma Inen 1529-6**

El método se basa en la determinación de coliformes mediante la técnica del número más probable (NMP), mediante dilución de tubos, utilizando el medio líquido selectivo caldo verde brillante bilis-lactosa o similar para el ensayo presuntivo y los tubos que presentan gas son confirmados en agar eosina zul de metileno (E.M.B). La temperatura de incubación para el ensayo presuntivo y confirmativo es  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ , para productos refrigerados y  $35\pm 1^{\circ}\text{C}$  para productos que se mantienen a temperatura ambiente.



**Norma Inen 1529-8**

Se utiliza en la determinación de coliformes fecales y E.coli el método se basa en la prueba de Eijkman modificada para detectar la fermentación de la lactosa, con producción de gas a  $44 - 45,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  y complementada con la prueba de indol a esta temperatura. Estos ensayos se realizan en caldo brillante-bilis lactosa y en caldo triptona partiendo de un inóculo tomado de cada tubo gas positivo del cultivo para coliformes totales, e incubados  $45,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . La confirmación de E.coli y la diferenciación de las especies y variedades del grupo coliforme fecal, se realizan mediante los ensayos para indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer y citrato sódico.

**Norma Inen 1529-5**

Para la determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos se basa en la certeza de que un microorganismo vital, presente en una muestra de alimento, al ser inoculado en un medio nutritivo sólido se reproducirá formando una colonia individual visible. Para que el conteo de las colonias sea posible se hacen diluciones decimales de la suspensión inicial de la muestra y se inocula el medio nutritivo de cultivo. Se incuba el inóculo a  $30^{\circ}\text{C}$  por 72 horas y luego se cuenta el número de colonias formadas. El conteo sirve para calcular la

cantidad de microorganismos por gramo o por centímetro cúbico de alimento.

### Norma Inen 1529-10

Para la determinación de hongos y levaduras, el método se basa en el cultivo entre 22°C y 25°C de las unidades propagadoras de hongos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y en un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales. En la Tabla 12 se presentan los requisitos microbiológicos para bebidas refrescantes.

**TABLA 12**  
**REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA BEBIDAS REFRESCANTES.**

Microorganismos	n	m	M	C	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	3	<3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm <sup>3</sup>	3	<3		0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placas REP UFC/cm <sup>3</sup>	3	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de hongos y levaduras UP/cm <sup>3</sup>	3	5,0 x 10 <sup>1</sup>			NTE INEN 1529-10
En donde: NMP: Número más probable UFC: Unidades formadoras de colonia UP: Unidades propagadoras n: Número de unidades M: Nivel de rechazo C: Número de unidades permitidas entre m y M					

Fuente: Norma Inen 2304

## 2.4 Evaluación de Tabla Sensorial de las Bebidas Refrescantes

Los análisis sensoriales descriptivos constituyeron en analizar y evaluar las características organolépticas del producto y los aspectos más relevantes del mismo como color, color, sabor y textura.

El análisis organoléptico se compondrá de 3 fases diferenciadas:

**1. Apariencia y presentación visual del producto**, que engloba dos parámetros:

- **Limpidez:** Se mide el grado de transparencia y el brillo que el líquido ofrece a la vista.
- **Color:** se valora tanto la tonalidad como la intensidad de color de la muestra presentada que varía en función del tipo de refresco valorado y su tipicidad.

**2. Fase olfativa**, en la que se tienen en cuenta tres aspectos:

- **Intensidad:** Potencia o magnitud olfativa de la muestra valorada.
- **Franqueza:** Limpidez aromática de la referencia analizada. Ausencia de recuerdos defectuosos y presencia de recuerdos naturales, fuera de toda artificialidad.

- **Calidad:** Complejidad y elegancia que el refresco tiene en esta fase olfativa. Sensaciones positivas son todas aquellas que ofrezcan matices de la gama aromática de la “materia prima” de la que parte su elaboración (en este caso emulsión de limón), así como la especificación que pueda ofrecer el producto en su denominación.

### 3. Fase gustativa, en la que se valora cinco parámetros.

- **Intensidad:** Grado de fuerza del refresco en su fase gustativa.
- **Franqueza:** Se valorará positivamente la no aparición de sabores desagradables y la presencia de sabores típicos del refresco en cuestión, libre de defectos, acordes a su composición.
- **Calidad:** Conjunto de sensaciones gustativas que hacen referencia al carácter, complejidad y personalidad del refresco en cuestión, que pueden proceder tanto de sus materias primas como de los aditivos que se utilicen en su elaboración. Representa el parámetro de mayor valoración de los incluidos.

- **Equilibrio:** se estudia el balance de las diferentes sensaciones gustativas a su paso por boca, con especial atención a los sabores fundamentales de dulzor y acidez. Se considerará positiva la “frescura” del producto dada la tipología de refresco.
- **Persistencia:** Conjunto de sensaciones remanentes semejantes a las percibidas cuando el refresco está en la boca. Longitud gustativa de la muestra.

**Juicio Global:** En él se recoge la armonía del conjunto de sensaciones formado por cada uno de los parámetros gustativos analizados anteriormente. Según la tipología de bebida o alimento a valorar las tres fases de evaluación organoléptica serán ponderadas de otra forma, si bien en cualquier caso el orden de mayor a menor será el de fase gustativa, olfativa y visual.

El método de evaluación escogido fue el de intervalos (Category & Scaling Test), el cual permite establecer el nivel de agrado entre varias muestras, teniendo como indicadores el color, olor y sabor, así como también realizar las respectivas evaluaciones frente al sabor en general (equilibrio, toques de naturalidad o artificialidad). Este método

es de fácil comprensión y aplicación, además no requiere de entrenamiento o experiencia de los participantes.

Se utilizó una escala descendente del 1 al 5 donde, 1 es: muy desagradable y 5: muy agradable.

### **Procedimiento para el Desarrollo de la Evaluación.**

Las evaluaciones se realizaron en una empresa manufacturadora de bebidas, con personal administrativo previamente seleccionado.

Los productos (bebidas refrescantes a evaluar), se ofrecieron individualmente en horas de la tarde, proporcionándoles a los jueces un agente neutralizante (agua purificada) para alternarla entre las muestras.

En todas las sesiones, las muestras fueron presentadas a temperatura de refrigeración (8°C), en envases descartables codificados con números aleatorios de tres cifras, con 25 ml. de producto.

## **2.5 Evaluación para Predecir la Vida de Anaquel de las Bebidas Refrescantes.**

Los estudios de vida de anaquel o de estabilidad de las bebidas refrescantes se realizaron en el laboratorio de Control de Calidad

cuyo propósito es determinar el tiempo que un producto alimenticio mantendrá su característica de “apto para consumo” y su aceptación por parte del consumidor.

Esencialmente la vida de anaquel de un alimento, se define como el tiempo en el cuál éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales.

La vida útil abarca varias facetas del valor nutritivo incluyendo seguridad, valor alimenticio y características sensoriales. Cuando se afecta este valor nutritivo, esto influye notablemente en las decisiones de compra del consumidor.

Los factores fundamentales que influyen en la vida de anaquel de un producto son:

- Formulación
- Procesamiento
- Empaque
- Condiciones de almacenamiento.

Para predecir el tiempo de vida de anaquel del producto en estudio, que es una bebida refrescante a base de emulsión de limón, se utilizó

una estufa programada a 40°C y con una humedad de 70%, parámetros con los cuales se transportan los productos en los carros para su distribución y se almacenan en dichas condiciones.

Durante el estudio se identificaron las formas de deterioro que afectan al producto, sujetos a procesos fisiológicos y bioquímicos que determinan su calidad. Estos sistemas son complejos debido a su composición química, física y biológica, consecuentemente, el conocimiento y control de estos procesos son muy importantes para conservar las características de calidad, es decir la aceptabilidad e inocuidad.

Para analizar la velocidad de reacciones de deterioro, se deben tomar en cuenta el orden de las reacciones, la temperatura, la energía de activación, humedad, pH, acidez, sólidos solubles, análisis organolépticos y microbiológicos. Cada una de las muestras fue evaluada a través del tiempo (variable independiente a 10 niveles).

Se evaluarán las muestras, con los parámetros que se detallan a continuación:



**Análisis microbiológicos:**

- Conteo total de aerobios mesófilos
- Conteo de Hongos y Levaduras
- Presencia de coliformes totales y fecales.

**Análisis químicos:**

- Sólidos solubles
- Acidez
- pH
- Densidad
- Contenido nutricional (fibra)

**Evaluación sensorial:**

- Pruebas de aceptación
- Pruebas de comparación (Triangular, Dúo-Trío)

Una vez concluido el tiempo de evaluación (4 meses), se procederá a recoger los datos medidos en el tiempo y establecer la vida de anaquel del producto, el que debe cumplir con las características organolépticas óptimas e inocuidad requeridas según la norma Inen 2304. (Tabla 11 – 12). En la figura 2.3 se presenta la estufa utilizada.



Fuente: Resgasa

**FIGURA 2.3: ESTUFA DE MEDICIÓN PARA PREDECIR VIDA DE ANAQUEL EN BEBIDAS**

## CAPÍTULO 3

### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de las pruebas realizadas a la bebida refrescante para conocer las variables de respuesta fueron analizados estadísticamente mediante el uso del software STATGRAPHICS.

Los resultados por triplicado de cada uno de los ensayos se evaluaron inicialmente para determinar si existen diferencias significativas atribuibles a los tratamientos. La validez de los datos se comprobó realizando análisis de sus distribuciones y considerando un error relativo inferior al 10%. Con la prueba de comparación múltiple se verificó la desviación de las medias y la superposición de sus colas. Finalmente como resultado esperado se realizó una regresión múltiple valorando la validez de cada uno de los coeficientes dentro del modelo probabilístico

Los programas computarizados actuales calculan el valor-p automáticamente y para la interpretación de los diversos resultados se compara este valor calculado contra un nivel de confianza prefijado que, en general, es 95%.

### **3.1 Resultados y Análisis Estadístico de Pruebas Físicas y Químicas de las Bebidas Refrescantes**

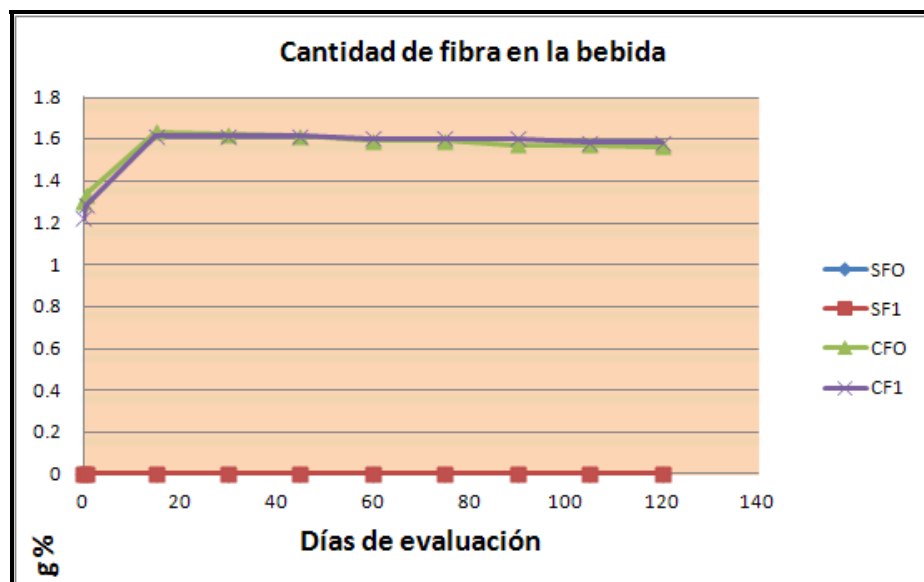
#### **Composición Nutricional (Fibra)**

La determinación del porcentaje de fibra dietaria en las muestras de bebida refrescante arrojó los resultados, que se presentan en la tabla 13, con los cuales se comparará el efecto de la fibra antes de pasteurizar y haciendo seguimiento cada 15 días hasta los 4 meses. En el Capítulo 2, Materiales y Métodos se declaró la codificación utilizada para las muestras.

**TABLA 13**  
**RESULTADOS DE COMPORTAMIENTO DE FIBRA EN EL TIEMPO**

Composición Nutricional (% de fibra)				
Días	CF0	CF1	SF0	SF1
0	1,3	1,22	0	0
0,5	1,33	1,28	0	0
15	1,63	1,61	0	0
30	1,62	1,61	0	0
45	1,61	1,61	0	0
60	1,59	1,60	0	0
75	1,59	1,60	0	0
90	1,57	1,60	0	0
105	1,57	1,58	0	0
120	1,56	1,58	0	0

El días 0 se considera la bebida sin pasteurizar



**FIGURA 3.1 CANTIDAD DE FIBRA EN LA BEBIDA REFRESCANTE EVALUADA DURANTE 4 MESES**

**TABLA 14**

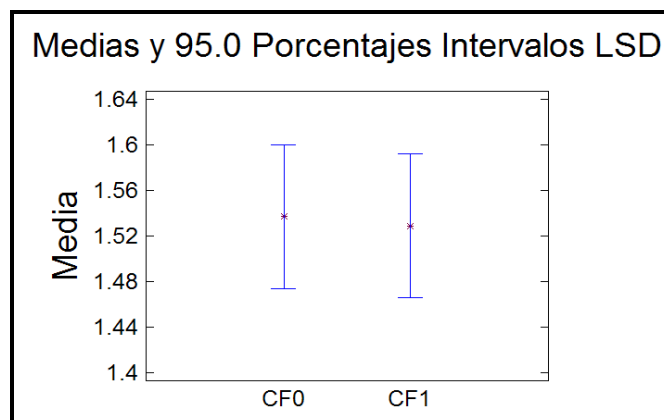
**ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA CANTIDAD DE FIBRA**

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0.00032	1	0.00032	0.02	0.8957
Intra grupos	0.3257	18	0.0180944		
Total (Corr.)	0.32602	19			

La tabla ANOVA (Tabla 14) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente

dentro de cada grupo. El coeficiente F, que en este caso es igual a 0.017685, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el valor-p de la prueba F es superior o igual a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables que contienen fibra, para un 95.0% de confianza.

En la Figura 3.2 se presenta el gráfico de las medias y sus intervalos para 95% de confianza.



**FIGURA 3.2: GRÁFICO DE MEDIAS (CANTIDAD DE FIBRA)**

De acuerdo a este gráfico de medias, se establece que la cantidad de fibra se mantiene durante el tiempo, es decir no hay un indicio de degradación, tanto para las muestras que contienen solo sacarosa

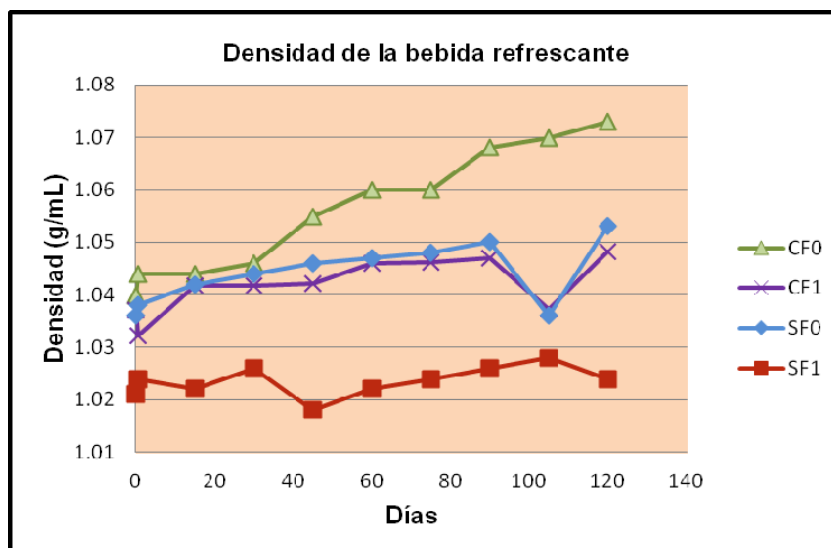
(CF0) como para aquellas en que la sacarosa ha sido parcialmente sustituida por sucralosa (CF1).

### Densidad de la Bebida Refrescante

**TABLA 15**  
**RESULTADOS DE COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD DE LA**  
**BEBIDA EN EL TIEMPO**

Densidad de la Bebida Refrescante (g/mL)				
Días	CF0	CF1	SF0	SF1
0	1,040	1,0371	1,036	1,021
0,5	1,044	1,0322	1,038	1,024
15	1,044	1,0417	1,042	1,022
30	1,046	1,0418	1,044	1,026
45	1,055	1,0422	1,046	1,018
60	1,060	1,0461	1,047	1,022
75	1,060	1,0462	1,048	1,024
90	1,068	1,0470	1,050	1,026
105	1,070	1,0373	1,036	1,028
120	1,073	1,0482	1,053	1,024





**FIGURA 3.3 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD DE LA BEBIDA REFRESCANTE EVALUADA DURANTE 4 MESES**

**TABLA 16  
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DENSIDAD**

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	G1	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0.00552892	3	0.00184297	34.57	0.0000
Intra grupos	0.0019192	36	0.000053311		
Total (Corr.)	0.00744812	39			

La tabla ANOVA (Tabla 16) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente

dentro de cada grupo. El cociente F, que en este caso es igual a 34,5702, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el valor-p de la prueba F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las cuatro variables a un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, se seleccionó la prueba de Rangos Múltiples.

**TABLA 17**  
**GRUPOS HOMOGÉNEOS (DENSIDAD)**

Método: 95.0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
SF1	10	1.0235	X
CF1	10	1.04298	X
SF0	10	1.0457	X
CF0	10	1.056	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
CF0 - CF1			*0.01302 0.00662235
CF0 - SF0			*0.0103 0.00662235
CF0 - SF1			*0.0325 0.00662235
CF1 - SF0			-0.00272 0.00662235
CF1 - SF1			*0.01948 0.00662235
SF0 - SF1			*0.0222 0.00662235

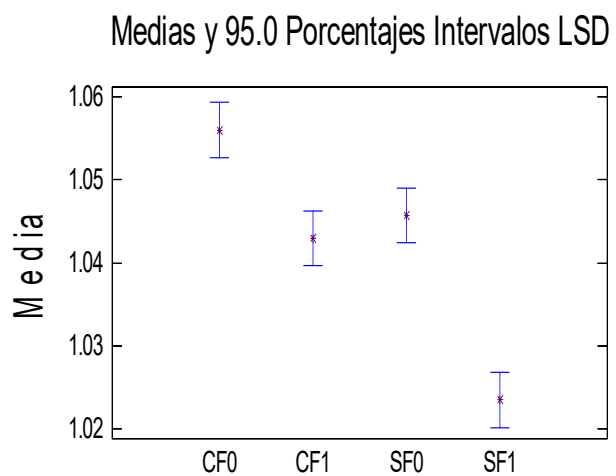
\* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. De la mitad inferior se aprecia la diferencia estimada entre cada

par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de cinco de los pares indica que estos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. En la parte superior de la página, se identifican tres grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Con este método, hay un 5,0% de riesgo de considerar cada par de medias como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.

Como se presenta en la Figura 3.3, la densidad varía significativamente en función de la cantidad de azúcar o de fibra que se le adicione a la bebida, esto se debe al porcentaje de sólidos incorporados en la misma. De la Tabla 17 y la Figura 3.4 se aprecia que en cuanto a la densidad del producto no existen diferencias estadísticamente significativas entre la bebida con fibra y sustituida parcialmente la sacarosa por sucralosa y la bebida sin fibra y con 100% de sacarosa, esto es la bebida original. Por consiguiente el uso de fibra y sucralosa reportaría un producto de densidad similar a la del

producto original. El uso de fibra y sacarosa 100% la haría una bebida más densa, mientras que la bebida sin fibra y sucralosa ofrecería un producto menos denso que el actual.

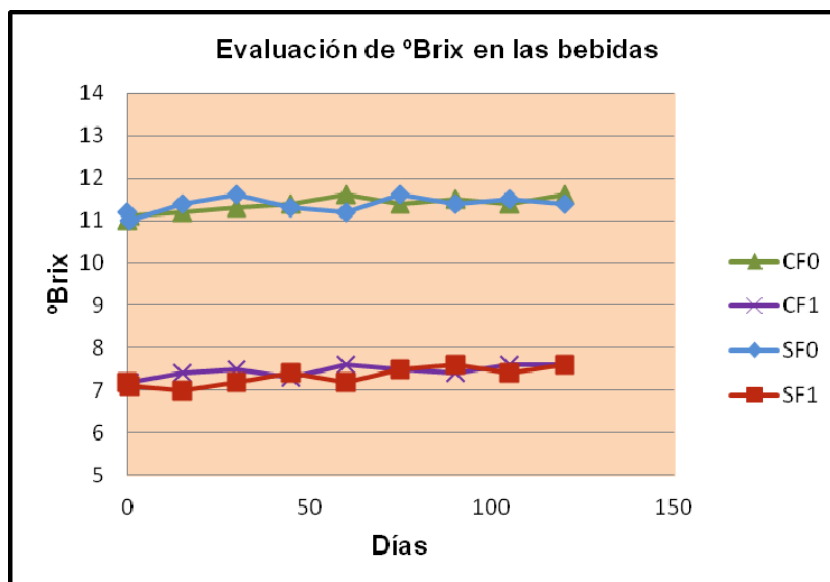


**FIGURA 3.4: GRÁFICO DE MEDIAS (DENSIDAD)**

**Variación de los °Brix de la Bebida**

**TABLA 18**  
**RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE °BRIX DE LA**  
**BEBIDA EN EL TIEMPO**

<b>Evaluación de °Brix en la Bebida con Respecto al Tiempo</b>				
<b>Días</b>	<b>CF0</b>	<b>CF1</b>	<b>SF0</b>	<b>SF1</b>
0	11,0	7,2	11,2	7,2
0,5	11,1	7,2	11,0	7,1
15	11,2	7,4	11,4	7,0
30	11,3	7,5	11,6	7,2
45	11,4	7,3	11,3	7,4
60	11,6	7,6	11,2	7,2
75	11,4	7,5	11,6	7,5
90	11,5	7,4	11,4	7,6
105	11,4	7,6	11,5	7,4
120	11,6	7,6	11,4	7,6



**FIGURA 3.5 COMPORTAMIENTO DE °BRUX DE LA BEBIDA REFRESCANTE  
EVALUADA DURANTE 4 MESES**

**TABLA 19  
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA °BRUX**

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	158.465	3	52.8217	1456.03	0.0000
Intra grupos	1.306	36	0.0362778		
Total (Corr.)	159.771	39			

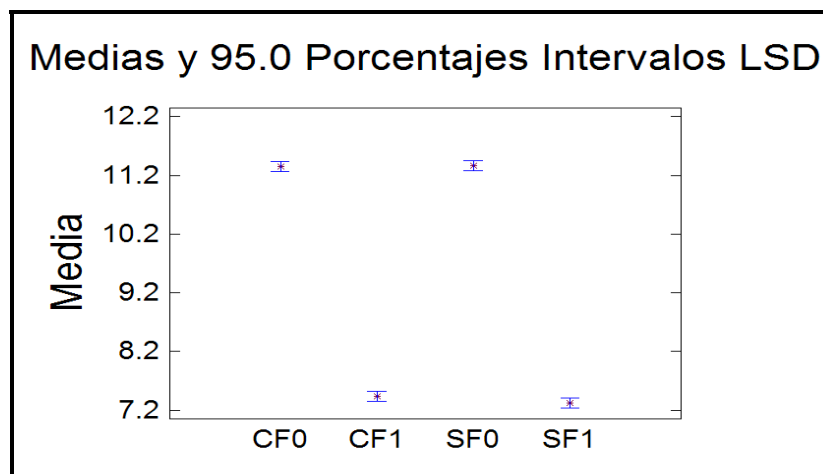
La tabla ANOVA (Tabla 20) muestra que el cociente F en este caso es igual a 1456,03. Puesto que el valor-p de la prueba F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables a un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, se aplicó una prueba de Rangos Múltiples.

**TABLA 20**  
**GRUPOS HOMOGÉNEOS (°BRIX)**

Método: 95.0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
SF1	10	7.32	X
CF1	10	7.43	X
CF0	10	11.35	X
SF0	10	11.36	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
CF0 - CF1			*3.92 0.172752
CF0 - SF0			-0.01 0.172752
CF0 - SF1			*4.03 0.172752
CF1 - SF0			*-3.93 0.172752
CF1 - SF1			0.11 0.172752
SF0 - SF1			*4.04 0.172752
* indica una diferencia significativa.			

De la Tabla 20 se aprecia que hay cuatro pares que presentan diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. En la parte superior de la página, se identifican dos grupos

homogéneos según la alineación del signo X en la columna. El método utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento LSD.



**FIGURA 3.6: GRÁFICO DE MEDIAS (°BRIX)**

De las Figuras 3.5 y 3.6 y ratificado con los análisis de las Tablas 20 y 21 se aprecia que los °Brix son diferentes en función de si la bebida fue elaborada con 100% de sacarosa o si se substituyó parcialmente la sacarosa por sucralosa. De aquí que se demuestra que el Brix viene determinado por la presencia del azúcar dependiendo de si es sacarosa o sucralosa.

El ligero incremento de °Brix con el tiempo puede deberse a la evaporación del agua durante el almacenamiento debido a la diferencia



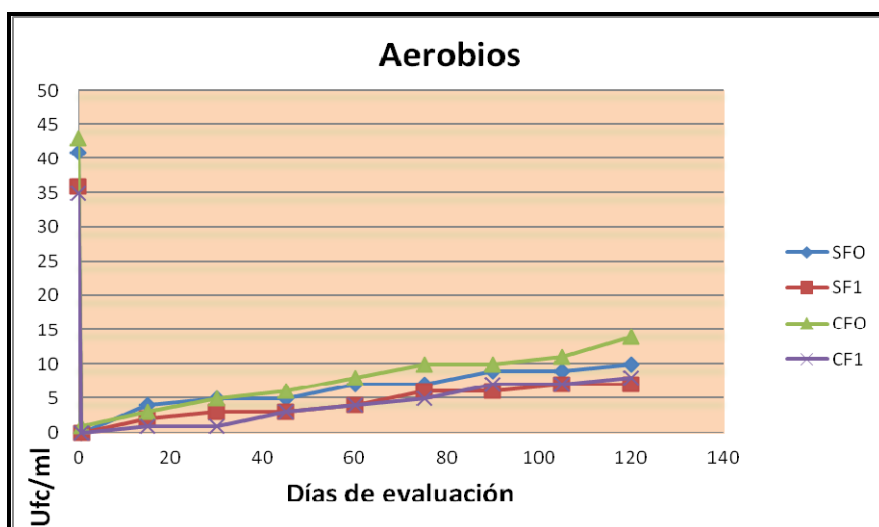
de presiones parciales, lo que provoca que exista una mayor concentración de sólidos solubles en la bebida.

### **3.2 Resultados y Análisis Estadístico de Pruebas Microbiológicas**

Se realizaron las pruebas por triplicado a cada uno de los parámetros microbiológicos indicados en la norma ecuatoriana Para el caso de coliformes totales y fecales la sola presencia en la bebida hacía que se rechazara muestra. De acuerdo a la norma Inen 2304 los resultados de coliformes se expresan  $<3 \text{ UFC/cm}^3$ , lo que indica la ausencia de las bacterias antes mencionada en la muestra evaluada. Para el análisis del comportamiento con respecto al tiempo se tomaron los conteos de aerobios totales, hongos y levaduras.

**TABLA 21**  
**CONTEO MICROBIOLÓGICO EN BEBIDA REFRESCANTE (UFC/cm<sup>3</sup>)**

Aerobios				
Días	CFO	CF1	SFO	SF1
0	43	35	41	36
0.5	1	0	0	0
15	3	1	4	2
30	5	1	5	3
45	6	3	5	3
60	8	4	7	4
75	10	5	7	6
90	10	7	9	6
105	11	7	9	7
120	14	8	10	7



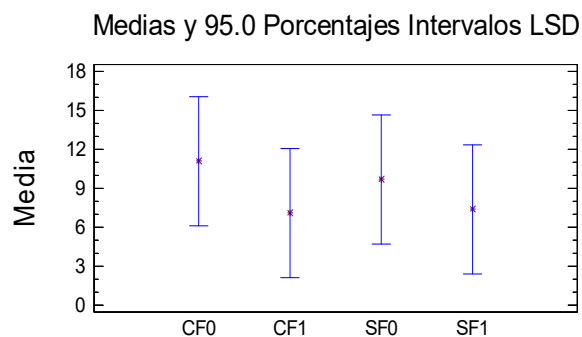
**FIGURA 3.7: COMPORTAMIENTO DE AEROBIOS BEBIDA REFRESCANTE EVALUADA DURANTE 4 MESES**

**TABLA 22**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTEO DE AEROBIOS**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Cocient e-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	109,475	3	364,917	0,30	0,8225
Intra grupos	4326,3	36	120,175		
Total (Corr.)	4435,77	39			

La tabla ANOVA (Tabla 22) muestra que el coeficiente F es igual a 0.303654. Puesto que el valor-p de la prueba F es superior a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las cuatro variables a un 95.0%.

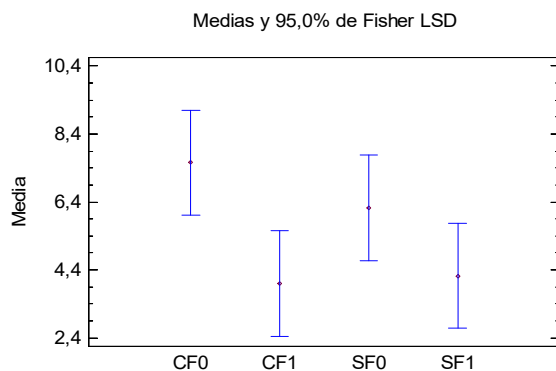
En la Figura 3.8 se representan dichas medias.



**FIGURA 3.8: GRÁFICO DE MEDIAS (CONTEO DE AEROBIOS)**

Si se consideran solamente los valores de los conteos después de haber realizado la pasteurización se obtienen resultados de cociente  $F = 2,49$  para un valor- $p = 0,0784$ , que al ser mayor que  $0,05$  señalaría que no existen diferencias significativas para un  $95\%$  de confianza. Cuando se analizan las medias (Figura 3.9) se aprecia que la muestra CF0 presenta una media ligeramente superior a las restantes, por lo que se procedió a aplicar una prueba de rangos múltiples.

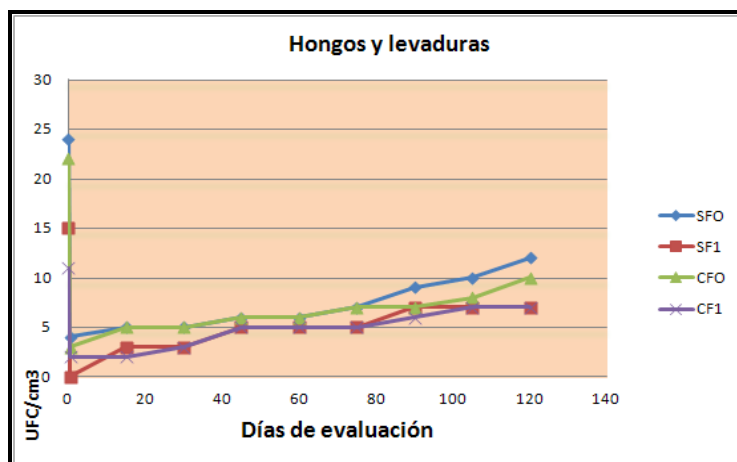
Esta prueba arroja que existe una diferencia estadísticamente significativa entre CF0 y CF1 y entre CF0 y SF1. Esto es, cuando la sacarosa ha sido parcialmente sustituida por edulcorante la media de los conteos de aerobios es inferior a cuando se trabaja con fibra y solo con sacarosa. Esto se debe a que existe menor sustrato en las bebidas y por lo tanto contribuye a una reducción del crecimiento de microorganismos con respecto al tiempo. No obstante, el producto se encuentra en cualquier caso dentro de norma, en la que se indica como máximo  $100\text{UFC}/\text{cm}^3$ .



**FIGURA 3.9 CONTEO DE AEROBIOS DESPUÉS DE LA PASTEURIZACIÓN**

**TABLA 23  
CONTEO MICROBIOLÓGICO DE HONGOS Y LEVADURAS EN LA BEBIDA REFRESCANTE UFC/CM<sup>3</sup>**

Hongos y levaduras				
Días	CFO	CF1	SFO	SF1
0	22	11	24	15
0.5	3	2	4	0
15	5	2	5	3
30	5	3	5	3
45	6	5	6	5
60	6	5	6	5
75	7	5	7	5
90	7	6	9	7
105	8	7	10	7
120	10	7	12	7



**FIGURA 3.10: COMPORTAMIENTO DE HONGOS Y LEVADURAS EN BEBIDA REFRESCANTE**

**TABLA 24**

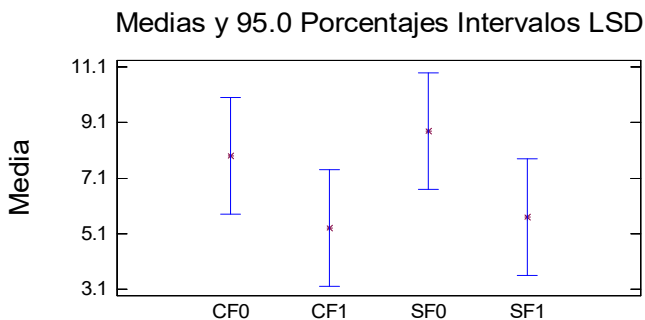
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTEO DE HONGOS Y LEVADURAS**

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	86.075	3	28.6917	1.34	0.2777
Intra grupos	772.7	36	21.4639		
Total (Corr.)	858.775	39			

La tabla ANOVA (Tabla 24) presenta un cociente F de 1,33674, con un valor-p mayor que 0,05 de donde no hay diferencia

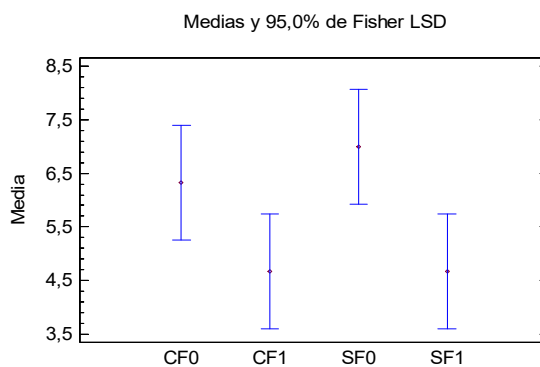
estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables a un 95,0% de confianza.

La Figura 3.11 presenta las medias para las muestras, así como sus intervalos de confianza.



**FIGURA 3.11: GRÁFICO DE MEDIAS (HONGOS Y LEVADURAS)**

El análisis de varianza para los conteos a partir de 0,5 días, esto es luego de realizada la pasteurización muestras un cociente  $F=2,53$  con valor- $p = 0,0744$ , de donde no hay diferencias estadísticamente significativas para las cuatro muestras con un 95% de confianza. No obstante, del gráfico de las medias (Figura 3.12) se aprecia una media ligeramente superior para la muestra sin fibra con 100% de sacarosa, esto es la muestra inicial. Esto se verificó con una prueba de rangos múltiples encontrando dos grupos homogéneos.



**FIGURA 3.12: GRÁFICO DE MEDIAS (HONGOS Y LEVADURAS DESPUÉS DE PASTEURIZAR)**

### 3.3 Resultados y Análisis de Evaluación Sensorial de las Bebidas Refrescantes

Se explicó al panel sensorial que el objetivo es elegir la fórmula con el umbral de sabor de mejor aceptación hacia ellos. El método utilizado es la prueba de escala hedónica, el cual se basa en utilizar una escala de agrado y desagrado hacia las muestras.

La escala está compuesta de siete alternativas, (tabla 25) las cuales se dividen en tres para el nivel de agrado, tres para el nivel de desagrado y uno que especifica indiferencia a la muestra.



La codificación utilizada se señaló en el Capítulo de Materiales y Métodos. Según lo especificado, se obtendrían cuatro fórmulas diferentes de acuerdo a la formulación establecida.

**TABLA 25**  
**ESCALA HEDÓNICA DE ACEPTACIÓN DEL SABOR**

<b>Atributo a evaluar: Sabor</b>	<b>Calificación</b>
<b>Me agrada en extremo</b>	<b>7</b>
<b>Muy agradable</b>	<b>6</b>
<b>Ligeramente agradable</b>	<b>5</b>
<b>Ni agradable, ni desagradable</b>	<b>4</b>
<b>Ligeramente desagradable</b>	<b>3</b>
<b>Muy desagradable</b>	<b>2</b>
<b>Me desagrada en extremo</b>	<b>1</b>

Se procedió a tabular los resultados de la evaluación en función de la calificación atribuida por cada uno de los jueces de acuerdo a las muestras codificadas. Cabe resaltar que cada muestra fue identificada en función del tiempo de elaboración. Para obtener los resultados se determinó el promedio de cada una de ellas. Las valoraciones emitidas por los jueces (Tabla 26).

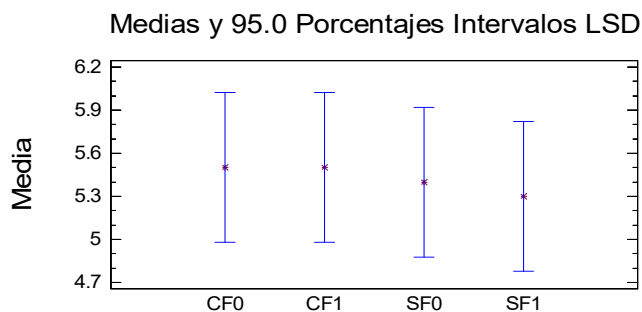
**TABLA 26**  
**TABULACIÓN DE RESULTADOS**

Atributo a evaluar: Sabor				
Días	CFO	CF1	SFO	SF1
0	6	7	7	6
0.5	7	6	7	6
15	7	6	6	7
30	6	7	6	6
45	7	6	5	6
60	5	5	6	5
75	5	5	5	5
90	4	5	4	4
105	4	4	4	4
120	4	4	4	4

**TABLA 27**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SABOR**

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0.275	3	0.0916667	0.07	0.9758
Intra grupos	47.5	36	1.31944		
Total (Corr.)	47.775	39			

La tabla ANOVA (Tabla 27) muestra un coeficiente  $F$  igual a 0,0695, con un valor- $p$  superior a 0,05, de donde no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables a un 95,0% de confianza. De la figura 3.13 se aprecia este comportamiento.



**FIGURA 3.13: GRÁFICO DE MEDIAS (ANÁLISIS SENSORIAL DEL SABOR DE LA BEBIDA REFRESCANTE)**

No obstante se aprecia una tendencia a disminuir el valor del atributo a medida que el tiempo aumenta, llegando a alcanzar valores, a partir de los tres meses de producida la bebida, que se enmarcan en el criterio “ni agradable ni desagradable”.

### 3.4 Formulación

El análisis integrado de las diferentes variables estudiadas en los epígrafes anteriores muestra que no existen diferencias significativas entre las muestras. Por lo anterior, para la formulación de la bebida

refrescante se decidió escoger la muestra codificada como CF1, es decir la bebida refrescante edulcorada con 60% azúcar y 40% sucralosa y en donde se obtuvo una concentración de fibra 1,60% en peso evaluada a los 60 días, que es el tiempo que se escogió como de vida útil del producto de acuerdo al resultado del panel. El producto enriquecido con fibra dietaria y sustituido parcialmente con sucralosa al 40%, presenta la siguiente formulación (Tabla 28):

**TABLA 28**  
**FÓRMULA BEBIDA REFRESCANTE ENRIQUECIDA CON FIBRA Y**  
**SUSTITUIDA**

Ingredientes	Porcentaje
Agua	90,949
Sacarosa	6,888
Edulcorante	0,008
Benzoato de sodio	0,012
Sorbato de potasio	0,012
Citrato de sodio	0,027
Ácido ascórbico	0,007
EDTA	0,003
Ácido cítrico	0,310
Colorante	0,014
Emulsión de limón	0,170
Fibra dietaria	1,600
Total	100

Con esta formulación se logra que el producto pueda ser declarado como alimento con una buena fuente de fibra ya que contiene del 10 al 19% de la IDA (2,5 a 4,9) por porción.

### **3.5 Caracterización del Producto Final**

Bebida refrescante sabor a limón enriquecida con fibra dietaria y sustituida parcialmente con sucralosa.

**Almacenamiento y Manejo:** Conserve en lugar fresco y seco, libre de olores y protegido del sol. De preferencia tomar frío.

**Tiempo de Vida Útil:** 2 meses a 32 °C

#### **Parámetros Organolépticos:**

<b>Olor</b>	Característico
<b>Color</b>	Ligeramente amarillo
<b>Sabor</b>	Característico a cítrico

#### **Parámetros Físico-Químicos:**

**° Brix:** 7.2 - 7.62

**Acidez:** 0.30 - 0.32

**pH:** 3.0 – 3.4

**Parámetros Microbiológicos:**

Aerobios mesófilos	< 100 UFC /cm <sup>3</sup>
Levaduras y hongos	< 50 UFC/cm <sup>3</sup>
Coliformes Totales	< 3 NMP/cm <sup>3</sup>
Coliformes Fecales	< 3 NMP/cm <sup>3</sup>

### 3.6 Resultados y Modelo Estadístico de Estabilidad en la Vida de Anaquel.

Para determinar el modelo que permita establecer el efecto de la fibra dietaria en la bebida refrescante en función de las variables estudiadas, se tomaron para el análisis los valores de los °Brix y el contenido de fibra en función del tiempo..

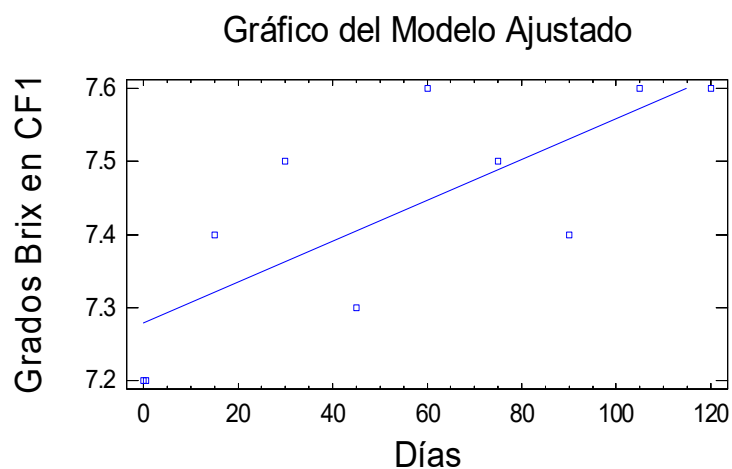
**TABLA 29**  
**COMPORTAMIENTO DE °BRIX EN FUNCIÓN DEL TIEMPO**

Días	°Brix para CF1
0	7,2
0,5	7,2
15	7,4
30	7,5
45	7,3
60	7,6
75	7,5

90	7,4
105	7,6
120	7,6

La Figura 3.14 muestra los resultados del ajuste a un modelo de regresión lineal simple para describir la relación entre °Brix en CF1 y el tiempo. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{°Brix en CF1} = 7,2788 + 0,0028 \cdot \text{Días}$$



**FIGURA: 3.14 GRÁFICO DEL MODELO AJUSTADO PARA RELACIONAR °BRUX VS TIEMPO PARA LA BEBIDA REFRESCANTE CF1.**

En la Tabla 30 se presenta el Análisis de un modelo de regresión simple para relacionar °Brix y tiempo.

**TABLA 30**  
**ANÁLISIS DEL MODELO DE REGRESIÓN PARA RELACIONAR**  
**°BRIX Y TIEMPO**

**Coefficientes**

<i>Parámetro</i>	<i>Estimado mínimos cuadrados</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	72,788	0,0557	130,566	0,0000
Pendiente	0,0028	0,0008	34,001	0,0094

**Análisis de Varianza**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de</i>	<i>GI</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0,13062	1	0,13062	11,56	0,0094
Residuo	0,09038	8	0,01130		
Total (Corr.)	0,221	9			

Coefficiente de Correlación = 0,76878

R-cuadrada = 59,1023 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 53,9901 por ciento

Error estándar del est. = 0,106292

Error absoluto medio = 0,0817464

Estadístico Durbin-Watson = 2,44471 (P=0,6330)



Dado que el valor-p en la tabla de Análisis de varianza es menor que 0,01, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%.

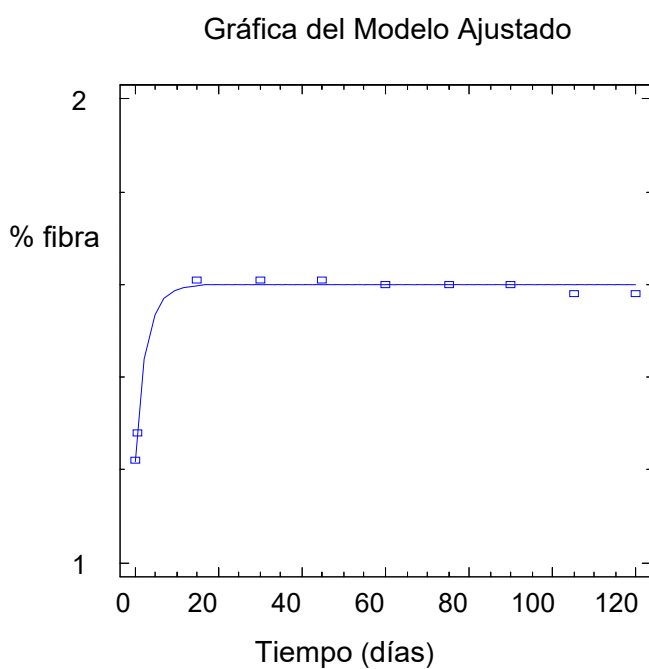
El estadígrafo  $R^2$  indica que el modelo explica un 59,1% de la variabilidad en °Brix de la muestra CF1. El error estándar de la estimación muestra la desviación típica de los residuos que es 0,1063. El error absoluto medio (MAE) de 0,0817 es el valor medio de los residuos.

**TABLA 31**  
**COMPORTAMIENTO DEL % DE FIBRA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO**

Días	% fibra para CF1
0	1,22
0,5	1,28
15	1,61
30	1,61
45	1,61
60	1,60
75	1,60
90	1,60
105	1,58
120	1,58

La Figura 3.15 muestra el ajuste de un modelo obtenido por regresión no lineal que relaciona las variable % fibra y tiempo. El programa utilizado fue Statgraphics. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\% \text{ fibra} = 0,3804 * (4,2030 - \exp(-0,3645 * \text{tiempo (días)}))$$



**FIGURA 3.15 GRÁFICO DEL MODELO AJUSTADO PARA RELACIONAR % FIBRA VS TIEMPO PARA LA BEBIDA REFRESCANTE CF1.**

En la Tabla 32 se presenta el Análisis del modelo de regresión no lineal obtenido.

**TABLA 32**  
**ANÁLISIS DEL MODELO DE REGRESIÓN NO LINEAL**  
**Resultados de la Estimación**

<b>Parámetro</b>	<b>Estimado</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Intervalo de confianza a 95,0%</b>	
			<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
a	0,3804	0,0132	0,3491	0,4118
b	42,030	0,1432	38,643	45,417
c	0,3645	0,1033	0,1202	0,6089

**Análisis de Varianza**

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>
Modelo	235,748	3	78,583
Residuo	0,0011	7	0,0002
Total	235,759	10	
Total (Corr.)	0,1975	9	

R-Cuadrada = 99,4269 por ciento

R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 99,2631 por ciento

Error estándar del est. = 0,0127

Error medio absoluto = 0,0079

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 99,4269% de la variabilidad en % fibra. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes es 99,2631%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0127. El error absoluto medio (MAE) de 0,0079 es el valor promedio de los residuos.

# CAPÍTULO 4

## 4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS REFRESCANTES

### 4.1 DISEÑO DEL PROCESO Y LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LAS BEBIDAS REFRESCANTES

Una vez definida y estandarizada la fórmula se realizan las pruebas industriales para lograr establecer el diagrama de flujo idóneo para este proceso. Es importante considerar que para diseñar un proceso adecuado, se debe establecer el tipo de producto que se va a manufacturar, así como también sus respectivos puntos de control en cada etapa del proceso para garantizar un producto que cumpla con los estándares de calidad, y con garantía sanitaria.

Cada parámetro del proceso deberá ser controlado, medido, analizado y verificado con equipos y técnicas de análisis debidamente

certificadas y validadas con el objetivo de garantizar un control adecuado del proceso con la mínima desviación posible o porcentaje de error.

#### **4.2 Determinación de las Operaciones de Producción de la Bebida Refrescante**

Proceso propuesto para la elaboración de las bebidas refrescantes con fibra dietaria y sacarosa parcialmente sustituida por sucralosa

**Recepción de Materia Prima:** Antes de la preparación de la bebida refrescante, inicialmente el departamento de Aseguramiento de la Calidad debe aprobar la materia prima, así como el material de empaque que llega a las bodegas de la empresa. Tanto la fibra como sucralosa deben almacenarse a temperaturas máximas de 25°C para evitar incremento de humedad en el producto y pérdida de peso. (Figura 4.1).

El supervisor de calidad muestrea las materias primas y las analiza para su aprobación. Una vez aprobadas son liberadas para su uso en los procesos de producción.

**Tratamiento de agua:** El agua que entra al proceso de elaboración de la bebida refrescante es agua purificada mediante el proceso de clorinación y filtración. Para el proceso de elaboración de la Bebida refrescante a base de emulsión de limón, se debe elaborar como base un jarabe que es hecho con una premezcla de sacarosa y ácido cítrico, en concentraciones que dependen del grado Brix del producto obtenido. El porcentaje de la premezcla a usar en la elaboración de la bebida depende además del sabor. El jarabe a elaborar debe ser filtrado para retener impurezas de la sacarosa que puedan ocasionar precipitaciones posteriores. El filtrado se lo realiza en la “Torta”.



**FIGURA 4.1: RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA**

**Preparación de la Torta.-** El jarabe se filtra en un filtro prensa, el cual consta de varias mallas entre las cuales se ponen dos papeles de filtros, uno de poros de tamaño grande y el otro de abertura mas

pequeña. Una vez preparada la prensa, en el tanque de precapa (de capacidad máxima de 550 litros) se agregan 250 litros de agua, se mezclan con tierra diatomea que contiene 500g. de tierra bentonita que es tierra gruesa y 1500g de tierra HYFLO que es tierra más fina. Esta mezcla se hace pasar por el filtro prensa, recirculando el agua. Al inicio la mezcla es color rosada y conforme va pasando por el filtro prensa y se va recirculando se va volviendo transparente hasta quedar traslúcido nuevamente. Esto demora de 10 a 30 minutos. Esto quiere decir que la tierra diatomea se ha quedado retenida en los papeles de filtros. A esto se le llama torta y es por ella donde el jarabe va a ser filtrado. (figura4.2)



**FIGURA 4.2: PREPARACIÓN DE LA TORTA**

**Preparación del jarabe.-** Se recibe en la planta la premezcla que llega en sacos de 50 kg. con formulación de acuerdo a lo establecido para la fabricación de la bebida refrescante. Cabe resaltar que en este



proceso con nueva formulación, se empleará menos jarabe del requerido debido a que existe una sustitución parcial de la sacarosa en el proceso de elaboración del producto terminado.

**Mezclado (jarabe).**- En una marmita de camisa de vapor con capacidad máxima de 1000 litros se prepara el jarabe. Desde el caldero se envía vapor para el calentamiento de la marmita dónde se mezclan 800 litros de agua purificada mediante proceso de clorinación y filtración, 3000 g. de carbón activado, 250 g. de bentonita y la premezcla de azúcar y ácido en cantidades según la fórmula de la bebida a elaborar. El jarabe alcanza 60°C. Esta marmita tiene unas paletas que facilitan el mezclado. (Figura 4.3).



**FIGURA 4.3: MEZCLADO DE JARABE**

**Filtrado (jarabe).**- Este jarabe se filtra por la torta dónde se retienen el carbón activado, la bentonita y las impurezas del azúcar que ocasionan

las posteriores precipitaciones. Por lo general al jarabe se lo hace recircular por la torta que se formó en el filtro prensa de 2 a 5 veces. Cada dos filtradas se envía una muestra al laboratorio de Aseguramiento de la calidad para la aprobación del filtrado. Cada filtrada toma unos 10 minutos. (Figura 4.4)



**FIGURA 4.4: FILTRADO DE JARABE**

**Preparación de la bebida Refrescante.-** Una vez aprobado el jarabe filtrado, se hace pasar el jarabe concentrado al tanque de preparación, donde va a ser mezclado con los otros ingredientes que han sido previamente pesados, según la fórmula establecida por el departamento de Aseguramiento de Calidad. Cabe recalcar que como este jarabe es concentrado para rendir 5 lotes, en la sala de pesada, los ingredientes se pesan en cantidades para rendir 5 lotes a partir de los porcentajes de la fórmula del jugo a elaborar. En este paso del

proceso se agrega la sucralosa de acuerdo a la cantidad establecida en la nueva formulación con la finalidad de lograr una adecuada interacción entre la sacarosa y el edulcorante antes mencionado.



**FIGURA 4.5: PREPARACIÓN BEBIDA REFRESCANTE**

**Mezclado de ingredientes.-** En el tanque de preparación se mezclan los ingredientes, con el jarabe. En el caso del mezclado con la fibra, esta debe disolverse primero en un recipiente aparte, debido a su solubilidad y para disolverla se requiere de más tiempo y movimiento mecánico. El tanque de preparación tiene unas paletas que lograrán la homogenización total de los ingredientes. Este proceso toma unos 20 minutos.

**Estandarización.-** La mezcla concentrada pasa al tanque pulmón que tiene una capacidad de 5000 litros, donde se diluye adicionándole agua purificada hasta alcanzar el volumen de 3900 litros. Este volumen rendirá 5 lotes de bebida, pues con esta dilución se obtiene la bebida

que va a continuar la línea de proceso hasta ser envasado; es decir ha sido estandarizada a los parámetros establecidos.

Para asegurarse de que la estandarización es la correcta una muestra de esta bebida es llevada al laboratorio de Aseguramiento de la Calidad donde se comprueba que los parámetros exigidos estén dentro del intervalo establecido para la bebida. Estos parámetros son la acidez, porcentaje de sólidos solubles, y características organolépticas como color, olor y sabor. Si unos de estos parámetros están fuera del intervalo establecido, mediante balance de masa se calcula la cantidad de agua, sacarosa, edulcorante o ácido cítrico que se debe añadir para obtener el valor correcto. Por ejemplo: si la concentración de sólidos solubles o grados Brix, está un grado por abajo del intervalo exigido, mediante balance de masa se calcula qué cantidad de sacarosa se debe agregar a la bebida, para obtener un valor dentro del intervalo. Una vez aprobada la estandarización, la bebida está lista para ser pasteurizada.

**Pasteurización.-** Es el proceso determinante y el más importante en la línea de elaboración de bebidas listas para el consumo. La pasteurización es el proceso donde el producto es calentado a una

temperatura establecida y manteniéndolo a esta temperatura o un poco más alta (dentro de un intervalo) por un tiempo mínimo también establecido para un determinado producto. Se utiliza un equipo diseñado para este proceso, con el objetivo de disminuir significativamente la carga microbiana del producto para obtener un producto uno de larga vida y seguro para el consumidor. Claro está que un proceso de pasteurización no debe cambiar las propiedades sensoriales de un producto. Además otro objetivo de la pasteurización es ayudar a una completa disolución de los ingredientes en la mezcla para obtener un producto completamente homogéneo. Los procesos de pasteurización generalmente no superan los 100°C. La pasteurización de la bebida en la planta Resgasa se hace en un intervalo de temperatura de entre 85°C. por un tiempo de 120 segundos. Se realiza en un Intercambiador de placas de acero inoxidable. (Figura 4.6)



**FIGURA 4.6 PASTEURIZADOR DE PLACAS**

**Envasado.-** El envasado de la bebida refrescante se lleva a cabo en una llenadora aséptica. Se encuentra ubicada en un área cerrada con una temperatura de aproximadamente 20°C, con constante circulación de aire. Consta de un panel de control que comanda el paso de bebida desde el tanque reservorio de bebida pasteurizada hasta una tolva de acero inoxidable la cual posee 32 boquillas y cuyo tipo de llenado es por gravedad. El llenado es completamente aséptico donde el producto no queda expuesto al ambiente ni a riesgo de contaminación cruzada. El producto es llenado en presentaciones de 350, 500 y 4000 ml. (Figura 4.7)



**FIGURA 4.7: ENVASADO BEBIDA REFRESCANTE**

**Tapado y cerrado.-** El producto cuando es llenado dentro de la envasadora anterior, es coronado y tapado en una roscadora que posee 8 encapsuladores los cuales están fijados bajo una misma estructura. (Figura 4.8)

El Departamento de Aseguramiento de Calidad, verifica con mucha frecuencia el torque y la capacidad de hermeticidad de los envases para evitar el ingreso de aire y la migración de producto.



**FIGURA 4.8: ENROSCADO DE BEBIDA REFRESCANTE**

**Codificación y etiquetado.-** Los envases cerrados salen de la llenadora por un túnel y son codificadas mediante una impresora Video Jet. (Figura 4.9). En la codificación deben constar:

- Lote
- Fecha de elaboración
- Fecha de caducidad
- Hora de elaboración
- PVP





**FIGURA 4.9: ETIQUETADO Y CODIFICACIÓN DE BEBIDA**

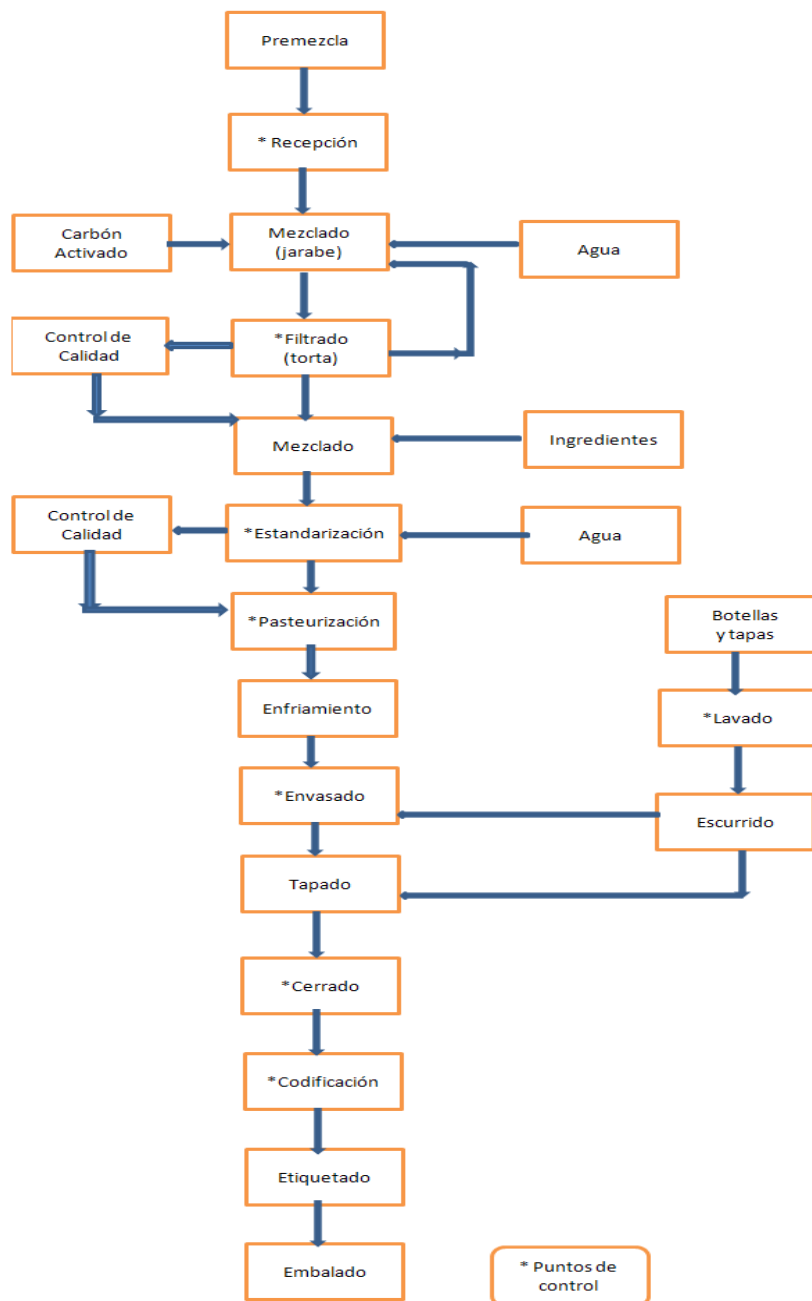
**Embalado y Almacenamiento.-** Para formar las pacas se utiliza un material termoencogible. Se ponen 12 botellas de capacidad de 500 mL sobre el material termoencogible y se envuelven completamente con este material. Esta paca por formar entra a un empacador que tiene radiadores de energía calorífica que hace que este material termoencogible se “encoja” (como que se derrite parcialmente) y unos rodillos lo adhieran a las botellas. A la salida de este equipo se enfría mediante ventilación para que el material termoencogible recupere su textura original y quede armada la paca. (Figura 4.10).



**FIGURA 4.10: EMBALADO Y ALMACENAMIENTO DE BEBIDA**

En la Figura 4.11 se presenta el Diagrama de flujo correspondiente al proceso de producción de la bebida refrescante.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE BEBIDA REFRESCANTE A NIVEL INDUSTRIAL



**FIGURA 4.11: DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA REFRESCANTE SABOR A LIMÓN**

### 4.3 Selección de Equipos Adecuados

Basados en el proceso se detalla a continuación los equipos y maquinarias requerido para la línea de producción, detallando su función y características basadas en el diagrama de flujo del producto (Tabla 33).

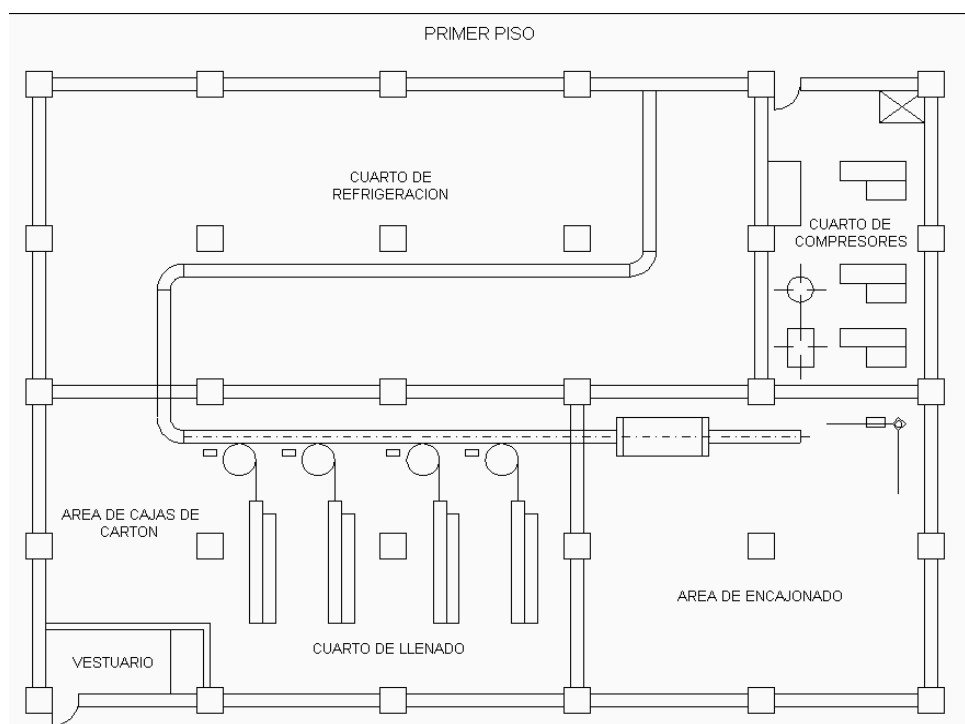
#### MAQUINARIAS Y EQUIPOS

**TABLA 33**  
**MAQUINARIAS Y EQUIPOS**

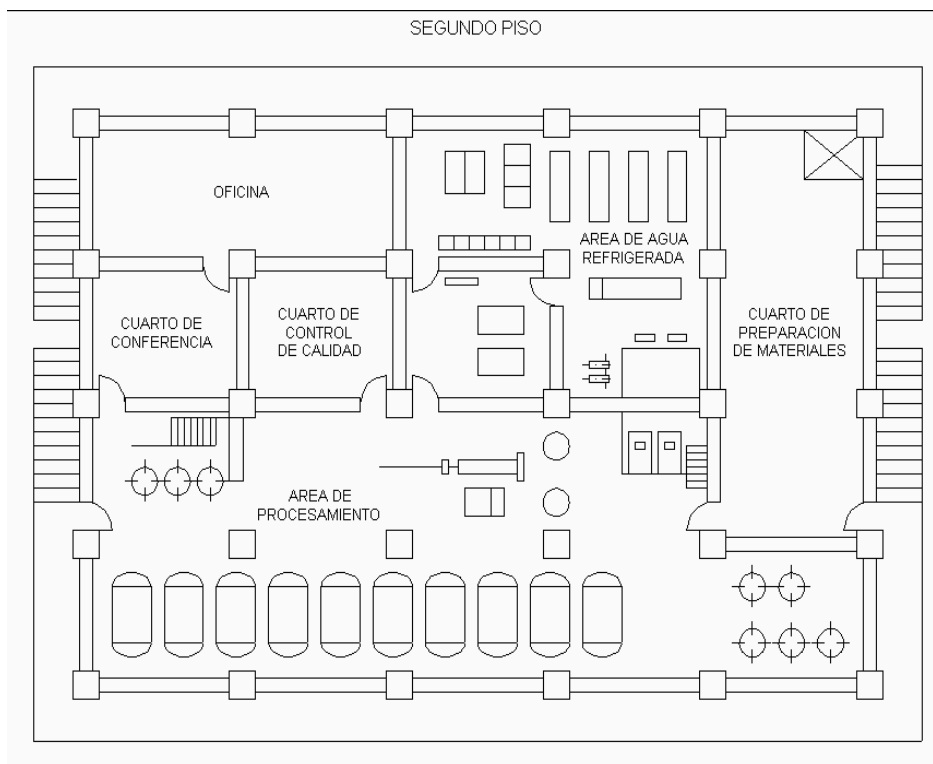
Maquinarias y equipos	Características
Balanza	1000 kg
Tanque agitador	Acero inoxidable 5000 L
Filtro acero inoxidable	Poros estándar
Pasteurizador de placas	Regenerativo capacidad 5000 L/h
Llenadora San Martín	4000 L/h
Banda transportadora	Acero inoxidable 15 m de longitud
Túnel termoencogible	1,5 m <sup>2</sup>

La distribución que se realiza en la planta se basa en un área de 90.9m. x 12 m. en la cual se ubica el proceso que se muestra en la figura 4.12 y 4.13 donde se puede observar los equipos y su ubicación en la planta, una bodega de materia prima donde se receipta la materia prima necesaria para el proceso de elaboración de la bebida refrescante

sabor a limón, cuyas dimensiones son de 6 m. x 5 m., y se encuentra dentro de las instalaciones, el tanque agitador de acero inoxidable de 5000 litros. que sirva para preparar la bebida y que se encuentra ubicado en los exteriores al inicio de la línea de producción. La altura de la planta donde se fabrica la bebida es de aproximadamente 12 m.



**FIGURA 4.12 LAY OUT PLANTA DE BEBIDAS ÁREA DE LLENADO**



**FIGURA 4.13 LAY OUT PLANTA DE BEBIDAS ÁREA DE PREPARACIÓN**

#### **4.4 Análisis de Costos de Fabricación**

Para analizar los costos de fabricación se deben considerar estimaciones y de experiencias previas en cuanto a los gastos, donde el consumo por suministros y otros gastos indirectos podrían variar. Primeramente se presentan los cálculos relativos a la formulación actual. (Tablas 34 a 41)

**TABLA 34**  
**COSTOS DIRECTOS – MATERIA PRIMA - FORMULACIÓN**

	TANQUES DE PREPARACION (JARABE TERMINADO) 100% Saca	Formula	Costo Unitario
kg	Sorbato de potasio	0.595	0.0009758
kg	Sacarosa	574.000	0.084378
kg	Acido Citrico	15.476	0.004271376
kg	Acido Ascorbico	0.372	0.0006696
kg	Citrato de Sodio	1.339	0.000433836
kg	Benzoato de Sodio	0.595	0.0003094
kg	Emulsion de Limon	7.500	0.02925
kg	Goma Xantham	0.233	0.00055454
kg	Edta	0.164	0.0005248
kg	Color amarillo # 5	0.005	0.0000133
L	Agua Tratada (Para J.Terminado)	4,000	0.080904
			<b>0.2023</b>

**TABLA 35**  
**COSTOS DIRECTOS – MATERIAS PRIMA**

Costo producción/Fabricación	Costo unitario	Paca	Participación %
Materia prima según fórmula 500 cm <sup>3</sup>	0,2023	1,2137	37,06
Envase	0,0664	0,7968	24,33
Tapas	0,0129	0,1548	4,73
Etiqueta	0,0041	0,0487	1,52
Termoencogible	0,0049	0,0593	1,81
MOD		0,1776	5,42
CIF		0,6230	19,02
<b>Total de costo de producción</b>	<b>0,2906</b>	<b>3,0749</b>	<b>93,90</b>

**TABLA 36**  
**COSTOS DIRECTOS – MANO DE OBRA TOTAL**

	Personal	Tiempo Utilizado	P/HORA	TOTAL
Fajillador	2	0.003818	8.720930	0.0666
Operador Maquina	1	0.002419	8.720930	0.0211
Pasteurizador	1	0.002292	8.720930	0.01999
Operador Llenadora	1	0.002041	9.302326	0.01899
Operador termiencogible	1	0.002286	8.720930	0.01993824
Paletizador	2	0.001904	8.139535	0.03100002
				0.177618

**TABLA 37**  
**COSTOS INDIRECTOS – SERVICIOS Y SUMINISTROS**

Costos Indirectos	Costo/Unitario	Costo total
Luz	0.023500	0.28
Telefono	0.001520	0.02
Gas	0.021400	0.26
Materiales de Limpieza	0.002600	0.03
Estudios de Calidad	0.002900	0.03
<b>Total Comision por Distribucion</b>	<b>0.051920</b>	<b>0.623040</b>



**TABLA 38**  
**COSTOS INDIRECTOS – GASTOS POR VENTAS**

<b>Comision por Distribucion (Gasto de Ventas)</b>	<b>Costo</b>	<b>% de comision</b>
Oficial	0.001785	0.05%
Chofer	0.017850	0.50%
Prevendedor	0.028560	0.80%
Supervisor	0.017850	0.50%
Jefe venta	0.007140	0.20%
Jefe zona	0.001785	0.05%
Gcia Comercial	0.053550	1.50%
<b>Total Comision por Distribucion</b>	<b>0.128520</b>	<b>3.600000%</b>
<b>Gastos administrativos</b>	<b>Costo</b>	<b>Participación</b>
Administración 2% del Precio Venta	0.071400	2.00%
<b>Total Comision por Distribucion</b>	<b>0.071400</b>	

**TABLA 39**  
**COSTOS INDIRECTOS – GASTOS ASMINISTRATIVOS**

<b>Gastos administrativos y ventas</b>			<b>Gastos totales en producción</b>
Gastos administrativos	0,0714	2,18 %	3 347,52
Gastos de ventas	0,1285	3,92%	6 025,53
Total de gastos administrativos y ventas	0,1999	6,10%	9 373,05
<b>Costo de fábrica por paquete</b>	<b>3,275</b>	<b>100%</b>	
<b>Costo de fábrica por unidades</b>	<b>0,2729</b>		

**TABLA 40**  
**ESTRUCTURA DE COSTOS GLOBAL**

Costo limonada 500 cm <sup>3</sup> Fórmula	
Número de unidades por paquete	12
Estructura de fórmula por 0,5 L	0,202285
Producción mensual en litros	23,442
Producción mensual en unidades de 500 cm <sup>3</sup>	46,884
Precio de venta del paquete	3,57
Costo total por paquete	3,2749
Utilidad	0,2951

**TABLA 41**  
**COSTOS TOTALES DE FABRICACIÓN**

RESUMEN				
PRODUCCION MENSUAL EN PACAS		3,907		
LIMONADA 500CC PACAS 12 UNIDADES				
	UNITARIO	PACA	PRODUCCIÓN MENSUAL	TOTAL
PRECIO DE VENTA	0.30	3.570000	3,907	13,947.99
COSTO DE PRODUCCIÓN	0.272911	3.274928	3,907	12,795.15
UTILIDAD TOTAL	0.024589	0.295072		1,152.84

A continuación se presentan los cálculos relativos a la nueva formulación a elaborar, presentando solo las tablas en las que se requeriría alguna modificación por concepto de la nueva formulación. (Tablas 43 a 44)

**TABLA 42**  
**COSTOS DIRECTOS – MATERIA PRIMA – NUEVA FÓRMULA**

	TANQUES DE PREPARACION (JARABE TERMINADO) Nueva fórm	Formula	Costo Unitario
kg	Sorbato de potasio	0.595	0.0009758
kg	Sacarosa	344.400	0.0506268
kg	Acido Citrico	15.476	0.004271376
kg	Sucralosa	0.591	0.0067965
kg	Fibra dietaria	8.000	0.004
kg	Acido Ascorbico	0.372	0.0006696
kg	Citrato de Sodio	1.339	0.000433836
kg	Benzoato de Sodio	0.595	0.0003094
kg	Emulsion de Limon	7.500	0.02925
kg	Goma Xantham	0.233	0.00055454
kg	Edta	0.164	0.0005248
kg	Color amarillo # 5	0.005	0.0000133
L	Agua Tratada (Para J.Terminado)	4,000	0.080904
			<b>0.1793</b>

**TABLA 43**  
**COSTOS TOTALES DE FABRICACIÓN – NUEVA FÓRMULA**

RESUMEN				
PRODUCCION MENSUAL EN PACAS		3,907		
LIMONADA 500CC PACAS 12 UNIDADES				
	UNITARIO	PACA	PRODUCCIÓN MENSUAL	TOTAL
PRECIO DE VENTA	0.30	3.570000	3,907	13,947.99
COSTO DE PRODUCCIÓN	0.261433	3.137200	3,907	12,257.04
UTILIDAD TOTAL	0.036067	0.432800		1,690.95

El rubro de mayor influencia en los costos de fabricación es la materia prima, pero en conclusión se puede destacar que reduciendo los costos se podría tener un producto de mejor calidad y seguro a precio competitivo. La bebida refrescante de 500 cm<sup>3</sup> elaborada 100% sacarosa y sin adición de fibra dietaria tiene un costo de producción es de \$0,272911. Pero adicionándole fibra dietaria y sustituyendo parcialmente con sucralosa en un 40% el costo de fabricación disminuye en \$0.0115 teniendo un costo final de producción por unidad de \$ 0,2614. Con ello hay un ahorro mensual de costo de producción de \$538,11. Claramente se puede observar que enriqueciendo el producto se puede tener una rentabilidad tanto económica como nutricional.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis sensorial demuestra que la adición de fibra dietaria y sucralosa no influye significativamente en el perfil del sabor de la bebida, sin embargo el efecto de la adición de estos productos con respecto al tiempo se refleja en el aumento del porcentaje de sólidos en la bebida. Esto puede ser atribuido a la evaporación del agua durante el ensayo de estabilidad debido a la diferencia de presiones parciales, lo que indica que exista una mayor concentración de sólidos solubles en la bebida.

Del comportamiento microbiológico se concluye que las muestras con sacarosa y las enriquecidas con fibra dietaria y sustituidas parcialmente con sucralosa cumplen con la norma Inen 2304, sin embargo existe un mejor comportamiento en las muestras edulcoradas o sustituidas parcialmente con sucralosa. Esto se debe a que existe menor sustrato en las bebidas y por lo

tanto contribuye a una reducción del crecimiento de microorganismos con respecto al tiempo.

La vida útil del producto puede extenderse en relación al periodo de tiempo utilizado actualmente, es decir pasar de dos meses a tres meses. De acuerdo al estudio establecido, tanto en las bebidas con sacarosa y las sustituidas con sucralosa y enriquecida con fibra, no existe un significativo deterioro microbiológico ni degradación de la fibra y edulcorante.

Se obtuvo un modelo para relacionar el % de fibra con el tiempo transcurrido desde su preparación. El modelo tiene validez dentro del intervalo de valor de la variable estudiada, en este caso la fibra dietaria, para un contenido de 1.2 a 1.6% en peso. En este intervalo, según los requerimientos de contenidos nutricionales relacionados a la fibra por la FDA, el producto formulado debe ser declarado como alimento con una buena fuente de fibra ya que contiene del 10 al 19% de la IDA (2.5 a 4.9) por porción. Cabe resaltar que los ensayos fueron realizados con materias primas de óptima calidad.

El análisis de costos estableció que enriqueciendo la bebida con fibra y reemplazando el 40% de sacarosa por sucralosa, se obtiene una rentabilidad económica y a su vez una mejora muy significativa en la calidad

del producto a nivel nutricional lo cual es de fundamental importancia en el desarrollo del presente trabajo.

Se recomienda que un trabajo similar se realice en otras empresas para que se logre establecer a nivel de empresas cómo dar un valor agregado a los productos, con la finalidad de aportar calidad nutricional al consumidor, y a su vez reducir costos en la fabricación, como se ha determinado en este estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Insight S.A “La Globalización en el Ecuador y su influencia en la búsqueda de nuevas estrategias de mercado en la Industria de las Bebidas”. Estudio realizado al mercado de Bebidas en el Ecuador. 1 (2) 14- 20, 2009.
- (2) Novarom, J., Emulsiones para la industria de bebidas, Editorial San Martín, Buenos Aires Argentina 1era Edición, 25- 33, 2001.
- (3) Ranken M.D., Manual de industrias de los alimentos, Editorial Acribia, S.A, España 2da Edición, 65, 1993.
- (4) Fennema, O. R., Química de los alimentos, Editorial Acribia, S.A, España 3era Edición, 123- 127, 1996.
- (5) Hawthorn, K., Aditivos alimentarios en la industria de alimentos, Editorial Everest, México 3era Edición, 56- 59, 2000.
- (6) Adrian, J. Y Frangne, R., La Ciencia de los Alimentos de la A a la Z, Editorial Acribia, S.A, España 1era Edición, 15-18, 1990.
- (7) Dreher, M., “Fibra dietaria contenida en frutos y hortalizas”, Revista de Alimentos. 2(3) 6-9, 2003.
- (8) Miranda Alvaro M., Fibra Dietaria en la nutrición, Editorial Marcus, S.A, México 2da Edición, 11-15, 2009.
- (9) Lindley, M.G. “Nuevos desarrollos en edulcorantes bajo en calorías”. Exámen Mundial de Nutrición y Dietética 85: 44-51 (1999).
- (10) Borrego, F., Tipos de edulcorantes calóricos o nutritivos, Editorial Zeus, Chile 2da Edición, 110-114, 2000.
- (11) Wells, A.G., El uso de edulcorantes no calóricos en bebidas, Editorial Durlan, EEUU, 4ta Edición, 36- 41, 1998.



- (12) López J. Martínez A.B., Determinación de fibra dietaria por gravimetría, Editorial Torreón, México 1era Edición, 10-13, 1999.
- (13) Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1999. Forage fiber analysis. Washington DC, US Department of Agriculture. (Agriculture Handbook 379).
- (14) Robbins, C.T., Determinación de fibra por el método no enzimático, Editorial Clint, EEUU, 5ta Edición, 67-71, 2005.
- (15) Li, B.W. and Cardozzo, M.S. 2002. Nonenzymatic-gravimetric determination of total dietary fiber in fruits and vegetables. (J.AOAC Int. 75:372-374)
- (16) Asp., N.G., et al. 1997. Siljestrom; A rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. (J. Agric. Food Chem. 31: 476-482).
- (17) Asp.,N.G., et al. 1999. A rapid and simultaneolas determination of soluble and insoluble dietary fiber. (Nutr. Rep. Int. 40:551-565).
- (18) Pak, N., et al. 1992. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food produces; Collaborative Study. (J.AOAC Int. 75:360-367).
- (19) Lee, S.c.; Prosky, L. and Tanner, J.T. 1993. Quality Assurance for analytical laboratories, Mparkany (De). London, Royal Society of Chemistry.
- (20) Mongeau, R. and Brassard, R. 2004. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber; Collaborative study of a rapid gravimetric method (Cereal Foods World 35: 319-324).
- (21) Selvendran, D.AT. 2000. Determination of carbohydrates in foods. Unavailable carbohydrates. (J.Sci. Food Agric. 20:331-335).

- (22)** Southgate, R. and Du Pont, M.S. 2001. Simplified methods for the preparation and analysis of dietary fiber. (J. Sci. Food Agric. 31:1173-1182).
- (23)** Englyst, H.N., Cumming, J. and Wood, R. 1997. Determination of dietary fiber in cereals: study of further simplified procedures. (J. Assoc. Publ. Anal. 25:59-71).
- (24)** Wolters, M.G., et al. 2002. Comparison of different methods for determination of dietary fiber. (J. AOAC Int. 75:626-634).
- (25)** Theander, O. and Westerlund, E.A. 2006. Studies on dietary fiber. 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. (J.Agric.Food Chem. 34:330-336).
- (26)** Theander, O., et al. 2000. The Uppsala method for rapid analysis of total dietary fiber. In: Furda, I. and Brine, C.J., eds. New developments in dietary fiber. New York, Plenum Press, pp. 273-281.
- (27)** Hicks, KB. 2003. High-performance liquid chromatography of carbohydrates. (Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. 46: 17-72).
- (28)** [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)