

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**PROPUESTA DE DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DEL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CONCENTRADO Y
REFRESCO DE ROSA DE JAMAICA**
(Hibiscus sabdariffa)

PRESENTADO POR:

ALEJANDRO ERNESTO HENRÍQUEZ LÓPEZ

MARÍA JOSÉ SÁNCHEZ MÉNDEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO DE ALIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIA GENERAL

:

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO

:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO

:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTORA

:

INGA. TANIA TORRES RIVERA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Título :

**PROPUESTA DE DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DEL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CONCENTRADO Y
REFRESCO DE ROSA DE JAMAICA
(*Hibiscus sabdariffa*)**

Presentado por :

ALEJANDRO ERNESTO HENRÍQUEZ LÓPEZ

MARÍA JOSÉ SÁNCHEZ MÉNDEZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

INGA. CARMEN DINORA CUADRA ZELAYA

San Salvador, Febrero 2017

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

INGA. CARMEN DINORA CUADRA ZELAYA

RESUMEN

La Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), en la actualidad es una flor muy utilizada comercialmente de la cual se extraen productos como refrescos y concentrados que tienen un considerable demanda por sus propiedades medicinales entre las que pueden mencionarse, propiedades antioxidantes, purgativas, diuréticas y astringentes. Además es una fuente de vitaminas y minerales como el hierro y a nivel industrial es utilizada para la extracción de colorantes naturales.

Para la realización de esta investigación se hizo uso de diversas metodologías para alcanzar los objetivos planteados. Una de las primeras metodologías aplicadas fueron las fisicoquímicas y espectrofotométricas, con las cuales se caracterizaron cálices de Rosa de Jamaica, provenientes de cuatro proveedores diferentes, con el fin de seleccionar la muestra para formular el concentrado. A dichas muestras se les designaron las letras A, B, C y D para identificarlas. La muestra seleccionada fue la D, la cual presenta las características fisicoquímicas siguientes: pH 2.2, porcentaje de grados Brix 1.8, porcentaje de acidez 0.83% y una cantidad de antocianinas de 100.36 mg/L.

Para la formulación de refresco a partir del concentrado elaborado, se realizaron análisis sensoriales, a partir de pruebas hedónicas de cinco puntos, prueba de aceptabilidad por ordenamiento y prueba triangular. Por medio de la realización de prueba hedónica de cinco puntos, se determinó la concentración de trabajo para cada una de las muestras de cálices en estudio, así como también para la determinación de porcentaje de azúcar a emplear en la formulación. A través de la prueba de aceptabilidad por ordenamiento se clasificó la muestra más agradable a la menos agradable para los panelistas. La prueba triangular se empleó para determinar si los panelistas previamente seleccionados mediante análisis sensorial según su agudeza sensorial realizadas previamente, eran capaces de percibir diferencias entre la formulación establecida y una formulación imitadora.

Por medio de los análisis sensoriales se determinó, que la formulación estaría compuesta en relación masa/ masa por un 30% de concentrado, 55% de agua y 15% de azúcar.

Mediante los resultados obtenidos durante el proceso de formulación de concentrado y refresco, se presenta una propuesta de diseño de planta en el cual se estable su proceso de producción, los parámetros a controlar con sus respectivas fichas técnicas de materia prima y producto intermedio/producto terminado.

La investigación aporta, conocimientos de caracterización por medio de pruebas fisicoquímicas y espectrofotométricas del concentrado de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) así como parámetros estándar para su extracción, así como el establecimiento de una formulación de refresco junto con la propuesta de diseño y distribución, para obtener ambos productos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	i
OBJETIVOS.....	iii
1. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	1
1.1 Generalidades sobre la Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa).....	1
1.1.1 Características botánicas de la Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa).....	1
1.1.2 Características químicas de la Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa).....	2
1.2 Producción de Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) a nivel internacional y en El Salvador.....	3
1.2.1 Producción a nivel internacional.....	3
1.2.2 Producción en El Salvador.....	4
1.3 Análisis fisicoquímicos y espectrofotométricos.....	5
1.3.1 Análisis fisicoquímicos.....	5
1.3.2 Análisis espectrofotométrico.....	7
1.4 Análisis sensorial.....	8
1.4.1 Definición.....	8
1.4.2 Prueba hedónica de cinco puntos.....	9
1.4.3 Prueba de aceptabilidad por ordenamiento.....	10
1.4.4 Prueba Triangular.....	10
1.4.5 Procedimiento de selección del panel sensorial.....	11
1.5 Empaques de alimentos.....	13
1.5.1 Tipos de empaques.....	13
1.5.2 Funciones de los empaques.....	14
1.5.3 Empaques propuestos.....	15
1.6 Vida de anaquel.....	18
1.6.1 Definición y generalidades.....	18
1.6.2 Factores a controlar para la vida de anaquel propuesta.....	19

1.7	Determinación vida de anaquel concentrado y refresco de Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa).....	20
1.7.1	Aplicación de microbiología predictiva.....	20
1.8	Ámbito normativo de la situación de la elaboración de concentrados refrescos.....	21
1.8.1	Refresco.....	21
1.8.2	Concentrado.....	23
1.8.3	Agua potable.....	23
1.8.4	Azúcar blanca.....	25
2.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	26
2.1	Pruebas fisicoquímicas.....	26
2.1.1	Determinación de Acidez.....	26
2.1.2	Determinación de Grados Brix.....	27
2.1.3	Determinación de pH.....	28
2.1.4	Determinación de Humedad y solidos totales.....	29
2.2	Pruebas espectrofotométricas.....	30
2.2.1	Determinación de antocianinas.....	30
2.3	Pruebas Sensoriales.....	32
2.3.1	Prueba Hedónica de cinco puntos.....	32
2.3.2	Prueba de Aceptabilidad.....	40
2.3.3	Prueba triangular.....	42
2.4	Regla de mezclas.....	47
2.5	Pruebas microbiológicas.....	47
2.5.1	Microbiología predictiva.....	48
2.5.2	Pruebas microbiológicas en refresco y concentrado.....	52
2.6	Porcentaje de rendimiento.....	53
3.	ETAPA EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADO REFRESCO DE ROSA DE JAMAICA.....	54
3.1	Formulación de concentrado.....	54

3.1.1	Caracterización de concentrado.....	59
3.1.2	Análisis de resultados: Formulación de concentrado.....	72
3.2	Formulación de refresco.....	77
3.2.1	Determinación de dilución de concentrado.....	78
3.2.2	Establecimiento de clasificación de muestras.....	84
3.2.3	Formulación de refresco imitador.....	88
3.2.4	Determinación del contenido de azúcar.....	90
3.2.5	Evaluación de formulación principal y formulación imitadora.....	97
3.2.6	Análisis de resultados: Formulación de refresco.....	105
3.3	Determinación de vida de anaquel.....	108
3.3.1	Microbiología predictiva.....	108
3.3.2	Aplicación de modelo de Monod-Hinshelwood.....	113
4.	PROCESO DE ELABORACIÓN DE REFRESCO Y CONCENTRADO.....	120
4.1	Operaciones involucradas en el proceso elaboración de concentrado.....	120
4.1.1	Operaciones preliminares.....	120
4.1.2	Operaciones conversión/ conservación.....	122
4.1.3	Operaciones auxiliares.....	125
4.1.4	Diagrama de flujo de proceso de obtención de concentrado.....	125
4.2	Operaciones involucradas en el proceso elaboración de refresco.....	127
4.2.1	Operaciones preliminares.....	127
4.2.2	Operaciones conversión.....	127
4.2.3	Operaciones auxiliares.....	128
4.2.4	Diagrama de Flujo del proceso de obtención de refresco.....	130
4.3	Fichas técnicas.....	131
4.3.1	Fichas técnicas materias primas.....	131
4.3.2	Fichas técnicas producto intermedio/producto final.....	136
5.	PROPUESTA DE DISTRIBUCION EN PLANTA PARA LA ELABORACION DE REFRESCO Y CONCENTRADO DE ROSA DE JAMAICA (Hibiscus sabdariffa).....	138

5.1	Distribución de planta.....	138
5.2	Distribución del proceso de producción.....	141
5.3	Descripción de equipos a utilizar.....	142
5.4	Determinación de costos de producción.....	144
5.4.1	Costos totales de producción.....	144
5.4.2	Costos de producción concentrado.....	145
5.4.3	Costos de producción refresco.....	146
6.	CONCLUSIONES.....	147
7.	RECOMENDACIONES.....	150
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	151
	ANEXOS.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Variedades de Rosa de Jamaica.....	2
Figura 1.2	Modelo de pérdida de calidad y deterioro de alimentos.....	15
Figura 2.1	Refractómetro de Abbe utilizado para la determinación de °Brix.....	28
Figura 2.2	pH metro utilizado en el proceso de investigación.....	29
Figura 3.1	Gráfica de porcentajes de rendimiento por muestra, en extracción del concentrado.....	58
Figura 3.2	Gráfica de valores de pH obtenido en cada muestra de Rosa de Jamaica.....	61
Figura 3.3	Determinación de acidez titulable.....	62
Figura 3.4	Diluciones preparadas para la muestra A.....	62
Figura 3.5	Diluciones preparadas para la muestra B.....	62
Figura 3.6	Diluciones preparadas para la muestra C.....	63
Figura 3.7	Diluciones preparadas para la muestra D.....	63
Figura 3.8	Gráfica de contenido de Ácido Cítrico Anhidro en cada muestra de Rosa de Jamaica.....	65
Figura 3.9	Gráfica de valores de grados Brix obtenido en cada muestra de Rosa de Jamaica.....	67
Figura 3.10	Gráfica porcentaje de rendimiento para cada muestra de Rosa de Jamaica.....	71
Figura 3.11	Gráfica porcentaje de rendimiento en relación peso de Rosa de Jamaica y contenido de agua.....	72
Figura 3.12	Gráfica de valores de pH para cada peso de Rosa de Jamaica.....	73
Figura 3.13	Gráfica de porcentaje de ácido cítrico anhidro para cada peso de Rosa de Jamaica.....	73
Figura 3.14	Gráfica porcentaje de grados Brix para cada peso de Rosa de Jamaica.....	74

Figura 3.15	Gráfica porcentaje de rendimiento para cada peso de Rosa de Jamaica con respecto a la cantidad de antocianinas.....	74
Figura 3.16	Panel sensorial, para determinación de dilución de concentrado, mediante prueba hedónica de cinco puntos.....	78
Figura 3.17	Muestras degustadas por los panelistas de cada una de las muestras a sus respectivas concentraciones.....	79
Figura 3.18	Panelista realizando las pruebas hedónicas para determinación de concentración de trabajo, por muestra.....	79
Figura 3.19	Diluciones de las cuatro muestras en estudio, para prueba de aceptabilidad por ordenamiento.....	84
Figura 3.20	Proceso de selección de panelistas.....	97
Figura 3.21	Gráfica de resultado obtenido en prueba de identificación sabores básicos.....	98
Figura 3.22	Gráfica de resultados en prueba umbral del sabor ácido.....	99
Figura 3.23	Gráfica de resultados en prueba umbral del sabor dulce.....	100
Figura 3.24	Gráfica de resultados de diferencias en intensidad del color.....	101
Figura 3.25	Gráfica de resultados en prueba de Ishihara.....	102
Figura 3.26	Panelistas seleccionados, para prueba triangular.....	104
Figura 3.27	Procedimiento de dilución para concentrado y refresco.....	109
Figura 3.28	Conteo de placas.....	110
Figura 3.29	Relación entre el tiempo de generación vs temperatura de crecimiento en concentrado.....	115
Figura 3.30	Relación entre el tiempo de generación vs temperatura de crecimiento en refresco.....	118
Figura 4.1	Guía pantone para la selección de cáliz de Rosa de Jamaica.....	120
Figura 4.2	Comparación de color de las 4 muestras de Rosa de Jamaica...	121
Figura 4.3	Representación del proceso de limpieza por método seco – tamizado.....	122

Figura 4.4	Medición de peso de Rosa de Jamaica, en la obtención de refresco.....	123
Figura 4.5	Medición de temperatura de agua.....	124
Figura 4.6	Rosa de Jamaica agregada a agua en ebullición.....	124
Figura 4.7	Diagrama de flujo de elaboración de concentrado de Rosa de Jamaica.....	126
Figura 4.8	Producto final envasado.....	129
Figura 4.9	Diagrama de flujo de elaboración de refresco de Rosa de Jamaica.....	130
Figura 5.1	Distribución total de la propuesta de planta.....	138
Figura 5.2	Proceso global de producción de concentrado y refresco.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Producción de Rosa de Jamaica (Tonelada/año) a nivel mundial.....	3
Tabla 1.2	Permeabilidad de empaques propuestos.....	16
Tabla 1.3	Requisitos sensoriales para refresco.....	21
Tabla 1.4	Requisitos fisicoquímicos para refresco.....	22
Tabla 1.5	Requisitos microbiológicos para refresco.....	22
Tabla 1.6	Requisitos microbiológicos para concentrado.....	23
Tabla 1.7	Propiedades fisicoquímicas del agua potable.....	24
Tabla 1.8	Propiedades microbiológicas del agua potable.....	24
Tabla 1.9	Propiedades fisicoquímicas de la azúcar blanca.....	25
Tabla 2.1	Establecimiento de puntuación según categoría.....	33
Tabla 2.2	Tabla de concentración y sustancias para pruebas de sabores básicos.....	44
Tabla 3.1	Descripción de muestras de Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa).....	55
Tabla 3.2	Codificación de las muestras de Rosa de Jamaica.....	56
Tabla 3.3	Valores y rendimientos, de peso de concentrado de Rosa de Jamaica en relación con el peso del cáliz.....	57
Tabla 3.4	Valores de pH de cada muestra de Rosa de Jamaica.....	60
Tabla 3.5	Mililitros de solución de NaOH gastados en la valoración de acidez.....	64
Tabla 3.6	Valores de grados °Brix por muestra de Rosa de Jamaica.....	66
Tabla 3.7	Valores de absorbancia para la muestra A a longitudes de 510 y nanómetros y pH de 1 y 4.5.....	68
Tabla 3.8	Valores de absorbancia para la muestra B a longitudes de 510 y 700 nanómetros y pH de 1 y 4.5.....	68

Tabla 3.9	Valores de absorbancia para la muestra C a longitudes de 510 y nanómetros y pH de 1 y 4.5.....	68
Tabla 3.10	Valores de absorbancia para la muestra D a longitudes de 510 y 700 nanómetros y pH de 1 y 4.5.....	69
Tabla 3.11	Valores de antocianinas y rendimiento por cada una de Rosa de Jamaica.....	70
Tabla 3.12	Parámetros de evaluación promedio de la relación peso de Rosa de Jamaica – volumen de agua constante.....	72
Tabla 3.13	Propiedades fisicoquímicas del cáliz y concentrado de la muestra D, muestra seleccionada.....	75
Tabla 3.14	Propiedades fisicoquímicas y espectrofotométricas de cada muestra investigadas de de Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa).....	76
Tabla 3.15	Resultados microbiológicos de concentrado.....	77
Tabla 3.16	Puntuaciones obtenidas según dilución de concentrado por muestra.....	80
Tabla 3.17	Tabla de análisis de varianza para prueba hedónica, para determinación de dilución.....	83
Tabla 3.18	Puntuaciones por muestra de refresco.....	85
Tabla 3.19	Tabla comparativa para análisis de prueba de aceptabilidad.....	87
Tabla 3.20	Puntuaciones obtenidas para cada muestra en prueba de aceptabilidad por ordenamiento.....	91
Tabla 3.21	Tabla de análisis de varianza para prueba hedónica, para determinación de contenido de azúcar.....	93
Tabla 3.22	Tabla comparativa entre las diferencias de las muestras.....	94
Tabla 3.23	Comparación de diferencias - valores de amplitud.....	96
Tabla 3.24	Resultados identificación de sabores básicos.....	98
Tabla 3.25	Resultados de umbral del sabor ácido.....	99
Tabla 3.26	Resultados umbral del sabor dulce.....	100

Tabla 3.27	Resultados percepción de diferencias de color.....	101
Tabla 3.28	Resultados Prueba de Ishihara.....	102
Tabla 3.29	Ordenes de presentación a panelista de prueba triangular.....	103
Tabla 3.30	Datos de Prueba Triangular.....	104
Tabla 3.31	Contenido porcentual de ingredientes por formulación.....	106
Tabla 3.32	Resultados fisicoquímicos de refresco de Rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) formulado.....	107
Tabla 3.33	Resultados microbiológicos de refresco.....	107
Tabla 3.34	Lugares de establecimiento de muestras para regulación de temperatura de estudio.....	108
Tabla 3.35	Resultados de recuento de mesófilos en concentrado, para envase de Tereftalado de Polietileno (PET).....	111
Tabla 3.36	Resultados de recuento de mesófilos en concentrado, para envase de Polietileno de baja densidad (HDPE).....	111
Tabla 3.37	Resultados de recuento de mesófilos en refresco, para envase de Tereftalato de Polietileno (PET).....	112
Tabla 3.38	Resultados de recuento de mesófilos en refresco, para envase de Polietileno de baja densidad (HDPE).....	112
Tabla 3.39	Velocidad de crecimiento específico para cada temperatura en concentrado y envase PET.....	114
Tabla 3.40	Valores Tg para cada temperatura en concentrado y envase PET.....	115
Tabla 3.41	Velocidad de crecimiento específico para cada temperatura en refresco y envase PET.....	117
Tabla 3.42	Valores Tg para cada temperatura en concentrado y envase PET.....	117
Tabla 4.1	Propuesta de formulación de concentrado de Rosa de Jamaica...	123
Tabla 4.2	Propuesta de formulación de refresco de Rosa de Jamaica, para una presentación de 500 ml.....	128

Tabla 4.3	Ficha Técnica para Cálices secos de Rosa de Jamaica muestra "D".....	131
Tabla 4.4	Ficha Técnica para Cálices secos de Rosa de Jamaica muestra "A".....	132
Tabla 4.5	Ficha Técnica para Cálices secos de Rosa de Jamaica muestra "C".....	133
Tabla 4.6	Ficha Técnica para agua potable.....	134
Tabla 4.7	Ficha Técnica para la azúcar blanca.....	135
Tabla 4.8	Ficha Técnica para concentrado de Rosa de Jamaica.....	136
Tabla 4.9	Ficha Técnica de refresco de Rosa de Jamaica.....	137
Tabla 5.1	Descripción de las áreas que componen la distribución de la planta.....	139
Tabla 5.2	Detalle de equipos implicados en la producción de concentrado y refresco de Rosa de Jamaica.....	143
Tabla 5.3	Costos totales en la inversión inicial del proceso.....	145
Tabla 5.4	Costo del concentrado de Rosa de Jamaica.....	145
Tabla 5.5	Costo del refresco de Rosa de Jamaica.....	146

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1:	Glosario de términos y siglas.....	160
Anexo 2:	Importaciones y exportaciones en Dólares (\$) y kilogramos netos del producto, según se establece en el inciso arancelario 12119090.....	165
Anexo 3:	Boletas utilizadas en los análisis sensoriales.....	157
Anexo 4:	Tablas para análisis estadístico de los resultados obtenidos en las pruebas de análisis sensorial.....	163
Anexo 5:	Resultado de análisis de sólidos totales, en refresco realizado en la Facultad de Ciencias Agronómicas.....	178
Anexo 6:	Resultados de análisis microbiológicos para concentrado y refresco realizados en la Centro de Investigación y Desarrollo en Salud Laboratorio de Control de Calidad Microbiológico.....	180
Anexo 7:	Pruebas contenido de humedad.....	182
Anexo 8:	Cálculo de concentración de Hidróxido de sodio (NaOH).....	183
Anexo 9:	Cálculos de Prueba Hedónica de cinco puntos.....	184
Anexo 10:	Datos para la realización de conversiones.....	193

INTRODUCCION

Empresas de capital salvadoreño incursionan en el procesamiento de productos relacionados con al cultivo de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), como lo son concentrado y refresco; dichos productos son elaborados de forma artesanal. Por ende, las operaciones que se encuentran relacionadas con su procesamiento, no se están estandarizadas y no son capaces de garantizar el control de parámetros que aseguren la reproducción homogénea de los productos con respecto a sus propiedades organolépticas. Asimismo, el establecimiento, control y seguimiento de parámetros que se establezcan en el proceso permitan garantizar la inocuidad.

Se presenta una propuesta de proceso de producción para una planta procesadora de concentrado y refresco a partir de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), en la que se establecen los parámetros a controlar en cada una de las operaciones unitarias inmersas en el proceso. El establecimiento de dichos parámetros se ve enriquecido por medio del estudio y obtención de una formulación para obtener concentrado y refresco.

A través de la formulación se establecen de forma experimental los parámetros a los que la producción debe de llegar de forma más tecnificada. Para establecer la formulación final se llevó a cabo una serie de etapas. La primera de ellas es la caracterización de cuatro muestras de cálices de Rosa de Jamaica seleccionadas. La siguiente etapa consiste en la evaluación sensorial de las muestras por medio de la realización de diversos paneles sensoriales.

Por medio de la información obtenida se procede al establecimiento de parámetros para cada una de las operaciones unitarias involucradas en el proceso, junto con sus fichas técnicas para la evaluación de materias primas, producto intermedio y producto final. En este caso, el concentrado es un producto final por sí mismo y un producto intermedio en el caso de la elaboración de refresco.

Tanto en el caso del concentrado como en el refresco, se realizó un estudio de vida de anaquel en dos tipos de empaques diferentes; seleccionados por medio de una investigación de campo sobre los materiales que almacenan este tipo de productos de forma comercial; los cuales son Tereftalato de polietileno (PET) y Polietileno de alta densidad (HDPE).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

1. Elaborar una propuesta de diseño de producción para una planta procesadora de concentrado y refresco a partir de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) así como la estandarización de su formulación y procesos de elaboración.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar una investigación bibliográfica acerca de los fundamentos teóricos y metodológicos para la elaboración de concentrado y refrescos de Rosa de Jamaica.
2. Realizar investigación bibliográfica acerca de técnicas de análisis de laboratorio, tipo de análisis sensorial, vida de anaquel del producto y empaque.
3. Realizar investigación bibliográfica acerca de normativas que rigen a los concentrados y refrescos naturales.
4. Caracterizar extractos de Rosa de Jamaica, a través de pruebas fisicoquímicas y técnicas instrumentales.
5. Formular el refresco de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) para obtener un producto sensorialmente agradable, según un panel de análisis sensorial del producto.

6. Determinar las características de calidad de acuerdo a lo establecido por la NSO 67.18.01.01 "*Productos Alimenticios. Bebidas No Carbonatadas Sin Alcohol. Especificaciones*".
7. Elaborar fichas técnicas sobre Materia Prima, Producto intermedio y Producto Final.
8. Determinación aproximada de la vida de anaquel del concentrado y refresco de Rosa de Jamaica.
9. Determinar el material de empaque a utilizar para el almacenamiento del concentrado y refresco de Rosa de Jamaica.
10. Realizar el pre diseño de planta para el proceso productivo de elaboración de los productos de Rosa de Jamaica, a nivel semi industrial

1. FUNDAMENTO TEÓRICO.

1.1 Generalidades sobre la Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).

La Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) es un arbusto nativo de África e intensamente cultivado en las regiones tropicales y subtropicales de la India, Tailandia, Senegal, Egipto, Estados Unidos, Panamá y México (SAGARPA, 2012).

Es un arbusto cultivado principalmente por sus cálices, ya que poseen interés comercial (Carvajal, Infanzón y Waliszewski, 2006); los cálices deshidratados se utilizan para la elaboración de bebidas como refrescos o té, debido a que poseen características agradables a los consumidores por su sabor y color, además de la riqueza de sus propiedades nutricionales y medicinales. (Terezón, 2016). Los nombres utilizados para referirse a la Rosa de Jamaica son: Flor de Jamaica, Jamaica, Agrio de Guinea, entre otros (Carvajal, Infanzón y Waliszewski, 2006).

1.1.1 Características botánicas de la Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).

La Rosa de Jamaica es un arbusto de crecimiento anual, que mide aproximadamente dos punto cinco metros de altura; su tallo es rojo, cilíndrico, liso y suave. Sus hojas son verdes, que pueden ser largas o cortas; crecen de manera alterna y miden de siete punto cinco a 12.5 centímetros de longitud. Las flores aparecen individualmente en la parte lateral de las hojas y miden aproximadamente 12.5 centímetros de ancho; son amarillas, con un centro de color rosa o marrón. El cáliz, de tres punto dos a cinco punto siete centímetros de longitud, es típicamente rojo y consiste de cinco largos sépalos con un collar (epicáliz) y de ocho a doce hojas delgadas de tres punto dos a cinco punto siete centímetros dispuestas alrededor de la base (Carvajal, Infanzón y Waliszewski, 2006).

A nivel internacional se distinguen seis variedades, las cuales son: Variedad sudan, Variedad china o morada, Variedad roja (larga y corta/ América), Variedad negra gigante (nigeriana), Variedad morada gigante (Tailandesa) y variedad no ácida (Vietnam) (Meza, 2012). En la figura 1.1 se puede apreciar las diferencias de cálices entre la variedad roja larga y criolla.



Figura 1.1. Variedades de Rosa de Jamaica

Fuente: Guía: Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) e (*Hibiscus cruentus* Bertol). P.M. Chavarria, 2012. Asociación para el Desarrollo Eco-Sostenible ADEES. 11, p. Recuperado de: <http://www.adeesnic.org/wp-content/uploads/2012/02/Gu%C3%ADa-Flor-de-Jamaica.pdf>

1.1.2 Características químicas de la Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). (Carvajal, Infanzón y Waliszewski, 2006).

Diversos análisis en la Rosa de Jamaica, revelan la presencia de aceites vegetales como fitoesteroles, flavonoides, saponinas y otros glucósidos, carbohidratos, ácido ascórbico y málico.

Se han identificado los pigmentos extraídos de las flores, como la hibiscina, gosipetrina, quercetina, mirecetina, hibiscetina, hibiscetrina y sabedaretina. Los principales pigmentos de esta planta son las antocianinas: la cianidina-3-glucósido y la delphinidina-3-glucósido, que tienen propiedades antioxidantes y que no presentan actividad tóxica ni mutagénica. Se ha demostrado que los compuestos fenólicos –como el ácido procatecuíco, aislado de las flores de esta planta– tienen fuertes propiedades antioxidantes.

1.2 Producción de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) a nivel internacional y en El Salvador.

1.2.1 Producción a nivel internacional.

La Rosa de Jamaica es cultivada en diversas partes del mundo, y a diferentes volúmenes de producción, los cuales se representan en toneladas de Rosa de Jamaica al año, en cada uno de los países donde se cultiva. Dichos datos se encuentran representados en la Tabla 1.1 (Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos, 2010).

Tabla 1.1. Producción de Rosa de Jamaica (Tonelada/año) a nivel mundial.

País	Producción (tonelada/año)	% de aportación a la producción mundial
China	27200	27.76
India	17550	17.91
Sudán	8920	9.10
Uganda	8230	8.40
Indonesia	6100	6.23
Malasia	5420	5.53
México	5030	5.14
Otros	19525	19.93

Fuente: "Generación De Variedades De Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L) Con Alta Concentración De Compuestos Bioactivos, De Alto Rendimiento Y Tolerantes A Enfermedades Para Una Producción Sustentable En México", 2010. Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos. Recuperado de: file:///C:/Users/Admi/Downloads/Demandas-Especificas_SAGARPA-2010-7.pdf

1.2.2 Producción en El Salvador.

La Rosa de Jamaica es cultivada en diferentes zonas de El Salvador, pero se tiene la limitante que según de los datos con los que cuenta el Banco Central de Reserva, este cultivo no cuenta con una Partida Arancelaria propia, lo cual dificulta la totalización de las cantidades producida del cultivo en el país. Sin embargo de forma aproximada pueden verificarse dichos datos en Capítulo 12 “Semillas y frutos oleaginosos; semillas y frutos diversos; plantas industriales o medicinales; paja o forrajes” en la partida número 11 “plantas, partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizadas principalmente en perfumería, medicina o para usos insecticidas, parasiticidas o similares, frescos o secos, incluso cortados, quebrantados o pulverizados” dentro de la Sub Partida 90 “Los demás” en Inciso Arancelario 90 “Otros”. Otorgándole el Inciso Arancelario 12119090 (BCR, 2016). En el inciso arancelario mencionado se encuentra una gran cantidad de productos similares.

La comercialización de Rosa de Jamaica, se verifica por medio de los datos de importaciones y exportaciones del cultivo. Puede verificarse que son superiores las cantidades importadas que exportadas. Los principales países de importación son Nigeria, Sudán y Guatemala.

Con respecto a los principales destinos de exportación se tiene a Honduras, Francia y Estados Unidos (BCR, 2016). Estos datos se encuentran en el anexo 2 en las tablas 2.A, 2.B, 2.C y 2.D, presentándose los valores de las importaciones y exportaciones en Dólares Americanos (\$) y Kilogramos Netos del Producto respectivamente.

1.3 Análisis fisicoquímicos y espectrofotométricos.

Los análisis presentados son utilizados en la investigación para la determinación de características fisicoquímicas que poseen las muestras de Rosa de Jamaica a evaluar. El análisis espectrofotométrico es empleado para la cuantificación de antocianinas por muestra.

1.3.1 Análisis fisicoquímicos.

a) Determinación de Sólidos Totales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007).

Los sólidos totales se definen como la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secado a 103 - 105 °C. El valor de los sólidos totales incluye materias disueltas (sólidos disueltos totales: porción que pasa a través del filtro) y no disuelto (sólidos suspendidos totales: porción de sólidos totales retenidos por un filtro).

b) Determinación de grados Brix.

Los grados Brix muestran el porcentaje de sólidos disueltos en un producto que posee sacarosa. Es decir se mide la densidad del azúcar. Para poder determinar la concentración de la misma, se utiliza con frecuencia el método refractométrico, el cual se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos de luz en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación. También puede emplearse un hidrómetro con escala en grados Brix y calibrado a 293K (20°C) (Organismo Nacional de Normalización, 1982). Su respectiva medición se realiza por medio del uso de un refractómetro.

c) Determinación de Acidez.

La acidez de una solución se define como la cantidad de iones hidrógeno (H^+) libres que se encuentran dispersos en una solución (P.Sanchez Batanero, 1985)

La determinación de la acidez, se realiza por medio de un procedimiento de valoración ácido-base, en el cual se mide la cantidad de álcali (ml NaOH 0.1 N) necesario para neutralizar los ácidos libres en 1 gramo de muestra. Se puede expresar en porcentaje de ácido cítrico, o como gramos de ácido cítrico por litro de solución (Maldonado, 2012).

d) Determinación de pH.

El Potencial de hidrógeno (pH): es el logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógeno en una solución acuosa o el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno (Romero, 2001). Su medición se realiza de forma directa por medio del uso de un pH metro.

e) Determinación de humedad.

El contenido de humedad es una magnitud que se define por la cantidad de agua libre contenida en un alimento (Badui Dergal, 2006).

La determinación de humedad en la industria de alimentos y, en específico en este tipo de producto, es importante debido a que de esta manera puede monitorearse si se han comprado materias primas que no posean exceso de agua, ya que si se adquieren materias primas encima de ciertos niveles de humedad se facilita el crecimiento de microorganismos (Departamento de Alimentos y Biotecnología Facultad de Química UNAM, 2008).

1.3.2 Análisis espectrofotométrico (Skoog, Holler y Crouch, 2007).

La espectrometría y los métodos espectrométricos se refieren a la medición de la intensidad de la radiación con un transductor fotoeléctrico u otro tipo de dispositivo electrónico.

Los métodos espectrométricos que más se usan se basan en la radiación electromagnética, que es un tipo de energía que adopta varias formas; las más reconocibles son la luz y el calor radiante.

a) Determinación de Antocianinas (Arévalo, 2012).

El color de una sustancia depende de la capacidad de la misma de absorber o reflejar las radiaciones lumínicas correspondientes al espectro visible, lo cual es la zona del espectro electromagnético a la que es sensible el ojo humano. La espectroscopia ultravioleta-visible o espectrofotometría ultravioleta-visible (UV/VIS), utiliza radiación electromagnética (luz) de las regiones visibles, ultravioleta cercanas (UV) del espectro electromagnético. La radiación absorbida por las moléculas desde esta región del espectro provoca transiciones electrónicas que pueden ser cuantificadas.

La espectroscopia UV-VIS se utiliza para identificar algunos grupos funcionales de moléculas, y además, para determinar el contenido y fuerza de una sustancia. Se utiliza de manera general en la determinación cuantitativa de los componentes de soluciones de iones de metales de transición y compuestos orgánicos. Empleándose extensivamente en laboratorios de química y bioquímica para determinar pequeñas cantidades de cierta sustancia, como es el caso de la cantidad de antocianinas presente en cada muestra estudiada de Rosa de Jamaica.

La cuantificación de antocianinas es realizada, por medio de la comparación de radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de antocianinas, entre cada una de las muestras.

La absorción de las radiaciones UV, visibles depende de la estructura de las moléculas, y es característica para cada sustancia química. El color de las sustancias se debe a que absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y sólo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbida. Las longitudes de onda utilizadas en la investigación se encuentran entre 400 nanómetros y 750 nanómetros; estas longitudes varían dependiendo del objetivo de cada análisis.

1.4 Análisis sensorial.

Se hace uso de técnicas basadas en el análisis sensorial para alimentos, para obtener una formulación de refresco de Rosa de Jamaica de forma imparcial, debido a que estos resultados retroalimentan a la siguiente fase de análisis sensoriales, hasta que se ha llegado a la formulación.

1.4.1 Definición.

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos, que emplean los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elías, 1992). Dichas características sensoriales serán de importancia para determinar el nivel de aceptación o rechazo que genere en el grupo de panelistas seleccionados para llevar a cabo la investigación, de esa forma se pueden realizar cambios a nivel del procesamiento o formulación del producto para mejorar en áreas de gran rechazo por parte del panel evaluador (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elías, 1992). Para el caso de la investigación se hacen uso diversas fases de análisis sensorial hasta llegar a la formulación más aceptada por los consumidores.

1.4.2 Prueba hedónica de cinco puntos.

Las pruebas hedónicas se utilizan para determinar y seleccionar la dilución de concentrado de Rosa de Jamaica para cada una de las muestras en estudio, posteriormente esta misma prueba es empleada para determinar el contenido de azúcar en la formulación. Se emplea una escala hedónica facial de 5 puntos como método de evaluación sensorial, ya que por medio de ella se facilita la comprensión y análisis por parte de los evaluadores (Yulieth, Yudy, & Wilmer, 2010). Ya que si se emplean muchas descripciones en lugar de orientar al consumidor, les origina confusión (Manfugas, 2007).

En la prueba se utilizan categorías, es decir que estas categorías pueden ser me gusta muchísimo, me gusta un poco, no me gusta ni me disgusta, me desagrada un poco y me desagrada mucho (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

Para la evaluación estadística de los valores obtenidos mediante esta prueba se utiliza la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan que permite comparar las diferencias que existen entre dos pares de medias con respecto a los valores de amplitud calculados para cada par. Por medio de esta prueba se determina que muestras son significativamente diferentes una de la otra (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

La interpretación de los resultados se realiza calculando la diferencia entre los pares de medias de cada muestra, iniciando el cálculo con la diferencia entre el

promedio con mayor valor con el menor, realizando este procedimiento para cada uno de los promedios. Al poseer los valores de amplitud calculados, si esas amplitudes calculadas son superiores al valor obtenido de tabla de valores críticos (valor Q) significa que entre esas muestras existen diferencias sensoriales significativas entre las muestras; es decir, que los panelistas fueron capaces de percibir diferencias entre esas muestras. Por el contrario, si los valores de amplitud calculados, son inferiores al valor obtenido de tabla de valores críticos (valor Q) significa que entre esas muestras no existen diferencias sensoriales significativas entre las muestras, es decir que los panelistas no fueron capaces de percibir diferencias entre esas muestras (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

1.4.3 Prueba de aceptabilidad por ordenamiento.

La prueba de aceptabilidad por ordenamiento es empleada para determinar el grado de aceptación con respecto al sabor del concentrado de Rosa de Jamaica para las muestras propuestas, es decir, la creación de una clasificación según la aceptación de sabor por parte del consumidor.

Estas pruebas consisten en colocar dos o más muestras de manera desordenada, con el objetivo que el panelistas las ordene de menor a mayor o viceversa de acuerdo con un atributo dado. Para seleccionar la cantidad de muestras, se toma en cuenta la naturaleza del estímulo en estudio y que a los panelistas no se les pueden suministrar un número excesivo de muestras, para evitar la fatiga sensorial (Manfugas, 2007).

1.4.4 Prueba Triangular.

La prueba triangular es empleada para determinar si los panelistas son capaces de identificar la diferencia de sabor entre la formulación principal y una formulación imitadora para la elaboración de refresco de Rosa de Jamaica.

Estas pruebas consisten en presentar a los panelistas dos muestras iguales y una diferente, con el objetivo de evaluar si el panelista es capaz de identificar la muestra diferente de las tres. Una de las condiciones principales para el uso de la prueba es verificar que todas las características de las muestras sean idénticas, a excepción del atributo a evaluar, para este caso la característica a evaluar es el sabor. (Manfugas, 2007).

Para llevar a cabo este tipo de prueba se apoya por medio de panelistas seleccionados previamente según su agudeza sensorial (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

1.4.5 Procedimiento de selección del panel sensorial

Se realiza un proceso de selección de panelistas para identificar a panelistas que poseen una mayor agudeza sensorial, y así ser parte de la prueba triangular, la cual requiere una mayor agudeza sensorial para juicios más exactos. Por medio de la prueba se busca determinar si los panelistas pueden notar la diferencia entre la formulación principal e imitadora de refresco (Manfugas, 2007).

Se realiza el reclutamiento inicial con un número de candidatos superior al número que será seleccionado, ya que al final del proceso el grupo de panelistas ronda entre 7 a 10 catadores. Las edades establecidas de estos catadores comprenden entre los 18 y 50 años, que sean de ambos géneros (Manfugas, 2007). A continuación se presentan las pruebas utilizadas para dicha selección.

a) Prueba de identificación de sabores básicos.

La prueba de identificación de sabores básicos consiste en evaluar a cada uno de los panelistas su capacidad para identificar en un grupo de muestras el sabor dulce, salado, ácido y amargo. En la investigación esta prueba es empleada con el

objetivo de que por medio de los resultados obtenidos inferir si los candidatos poseen la agudeza requerida para distinguir los sabores básicos (Manfugas, 2007).

b) Prueba de umbral para el sabor.

La prueba de umbral consiste en evaluar si los candidatos sometidos a la prueba poseen la agudeza sensorial requerida para identificar variaciones de concentración de algún sabor. Para el caso de la investigación los sabores utilizados para la evaluación del umbral del sabor son los sabores dulces y ácido, ya que son los dos sabores básicos predominantes en el refresco (Manfugas, 2007).

c) Prueba de identificación de colores primarios.

La prueba se realizó bajo dos tipos de pruebas. La primera prueba empleada consiste en la preparación de soluciones coloreadas con el mismo color a diferentes concentraciones, las cuales se les presentan a los candidatos para que estos las ordenen y así evaluar si son capaces de distinguir pequeñas diferencias de color (Manfugas, 2007).

La segunda prueba empleada, es la Prueba de Ishihara, la cual es utilizada para conocer si los candidatos tienen alguna alteración en la visión de los colores, como el daltonismo (Manfugas, 2007). La prueba consiste en que a los candidatos se les muestran 21 imágenes en las cuales tiene que detectar que número es el que se encuentra al centro de ella. Si los candidatos se encuentran en un rango de respuestas correctas mayor a 17 se considera una persona con visión normal, de lo contrario existe sospecha de algún tipo de alteración visual. (Arredondo, 2011).

1. 5 Empaques de alimentos.

La elección de materiales de empaque es una parte fundamental en el procesamiento de alimentos. Dicha elección depende de la forma, tamaño, vida útil deseada, factores que afectan la estabilidad de los alimentos y los costos. Los empaques tiene la función de proteger al alimento de la contaminación y deterioro; además facilita su transporte y almacenamiento para su comercialización masiva; y proporciona una medición uniforme de contenido (Robertson, 2009).

1.5.1 Tipos de empaques.

La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.18.01.01 Productos Alimenticios. Bebidas No Carbonatadas Sin Alcohol. Especificaciones, establece que los empaques se pueden dividir en tres tipos:

Empaque primario o también llamado envase “es todo material de empaque no toxico de grado alimenticio que tiene contacto directo con el producto, con la misión específica de protegerlo de su deterioro, contaminación o adulteración y de facilitar su manejo”.

Empaque secundario “es todo material que tiene contacto con uno o más empaques primarios, con el objetivo de protegerlos y facilitar su comercialización hasta llegar al consumidor final. El empaque secundario usualmente es usado para agrupar en una sola unidad de expendio varios empaques primarios”.

Empaque terciario o embalaje “es todo material utilizado para facilitar el manejo y protección del empaque primario y/o el empaque secundario, contra daños físicos y agentes exteriores durante su almacenamiento y transporte; estos recipientes se utilizan durante la distribución del producto y normalmente no llegan al usuario final”.

En el caso de la investigación, la evaluación únicamente se realiza al empaque primario del refresco y concentrado de Rosa de Jamaica.

1.5.2 Funciones de los empaques.

De forma general se presentan las diversas funciones que cumple un empaque para alimentos:

- La contención, es la función más básica de las funciones de los envases, ya que los alimentos deben ser contenidos en un envase antes de ser transportados a los lugares deseados (Robertson, 2009).
- Protección o barrera, que es la función principal del empaque o envase, ya que protege el producto que se ha sido introducido en él de las condiciones ambientales, como son la luz, vapor de agua, temperatura, gases, olores, microorganismos, polvos, entre otros; la barrera de estos factores una parte esencial, del proceso de conservación del alimento (Robertson, 2009).
- Comodidad, esta función se puede evaluar según las necesidades de los consumidores, los cuales buscan presentaciones de empaques o envases con los cuales minimicen el desorden en sus cocinas, tamaños manejables, fáciles de sujetar, abrir y verter (Robertson, 2009).
- Comunicación, con esta función el empaque permite a las consumidores tomar decisiones con respecto a su compra, ya que permite que los consumidores puedan leer los ingredientes del producto y así decidir si puede o no consumirlo ya que podría contener ingredientes que afecten su salud; también permite que el consumidor sepa el país de origen del producto y su contenido nutricional (Robertson, 2009).

- Estética, es el conjunto externo que llama la atención de los consumidores, siendo la decoración y la forma del empaque la carta de presentación del producto (Hernandez, 2012).

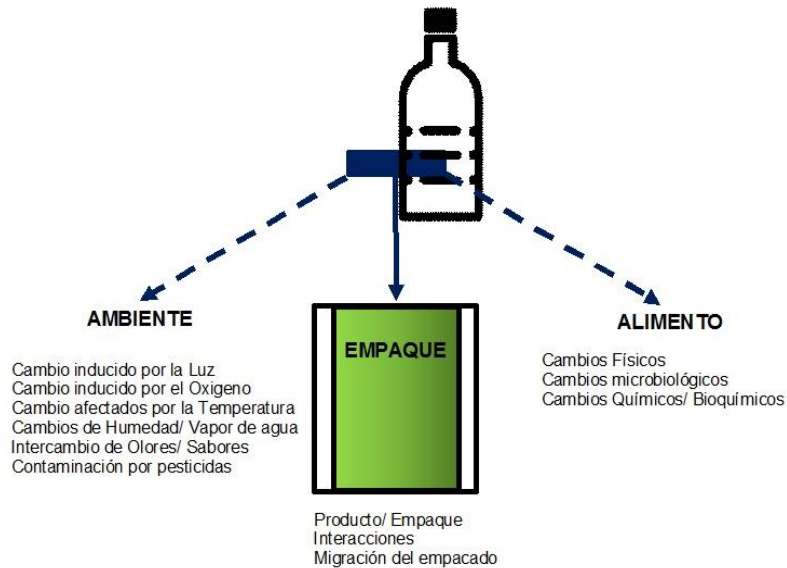


Figura. 1.2. Modelo de pérdida de calidad y deterioro de alimentos.

Fuente: Food Industry Briefing series: Shelf life. D. Man. 2002. Blackwell Science. Recuperado de: <http://epub.w3easystep.info/ePub/303395-shelf-life-evaluation-of-foods-download-ebook-epub-torrents.html>

1.5.3 Empaques propuestos.

Se proponen dos empaques para cada uno de los productos, los cuales se seleccionaron a partir de la observación de tipos de empaque utilizados en el mercado salvadoreño aceptado por los consumidores en productos similares; los cuales fueron Tereftalato de polietileno (PET) y Polietileno de alta densidad (HDPE). A partir de dicha observación se investiga las características de los mismos. En la Tabla 1.2 se presentan los valores de permeabilidad al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua.

Tabla 1.2. Permeabilidad de empaques propuestos.

NOMBRE MATERIAL DE EMPAQUE	PERMEABILIDAD AL OXIGENO	PERMEABILIDAD AL DIOXIDO DE CARBONO	PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA
	$\frac{O_2 \times 10^{11} \text{ mL cm}}{\text{cm}^2 \text{ s (cm Hg)}}$	$\frac{CO_2 \times 10^{11} \text{ mL cm}}{\text{cm}^2 \text{ s (cm Hg)}}$	$\frac{H_2O \times 10^{11} \text{ mL cm}}{\text{cm}^2 \text{ s (cm Hg)}}$
Tereftalato de polietileno (PET)	0.14 a 23°C, 0% HR	1.6 a 23°C, 0% HR	4 – 6 a 40°C, 90% HR
Polietileno de alta densidad (HDPE)	5-17 a 23°C, 0% HR	150 a 23°C, 0% HR	1.8 – 3.5 a 23°C, 0% HR

Fuente: "Food Packaging and shelf life. A Practical Guide" G.L Robertson, 2009. Taylor and Francis Group.
Recuperado de: <https://food5450groupb.wikispaces.com/file/view/food+packaging+and+shelf+life-c1.pdf>

Cada uno de los materiales de empaque propuestos posee características particulares propias así como sus ventajas al ser utilizados, estos se presentan en la siguiente sección.

a) Tereftalato de polietileno (PET).

El tereftalato de polietileno que se representa por las siglas PET es un tipo de plástico derivado del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático. Es un material sintético (Elias y Jurado, 2012). Es un polímero lineal termoplástico obtenido por policondensación del Ácido Tereftálico adicionado con Etilenglicol (Elias y Jurado, 2012).

Entre empaques que se pueden mencionar que se fabrican con este material se encuentran botellas de refrescos, botellas de agua de plástico, tarros de

mantequilla, envolturas de plástico y botellas de aderezo para ensaladas (National Association for PET Container Resources, 2011).

Las ventajas por las cuales se ha seleccionado este material es la siguiente:

- El material puede reciclarse múltiples veces (National Association for PET Container Resources, 2011).
- Es un material ligero, por ellos los productos que se envasan pueden ser embalados y transportados eficientemente, lo que permite empaques secundarios más ligeros, que reducen el consumo de combustible y así disminuyendo la emisiones de gases de efecto invernadero durante su transporte (National Association for PET Container Resources, 2011).

b) Polietileno de alta densidad (HDPE).

El Polietileno de Alta Densidad HDPE, es un termoplástico que se fabrica a partir de la polimerización del etileno. Es un polímero de cadena lineal no ramificada (Roca, 2005).

Posee la características de ser incoloro y no tóxico, pero con una apariencia opaca, inodora, incolora. Es bastante resistente a los golpes y a la reacción con productos químicos (Roca, 2005).

Las aplicaciones del Polietileno de alta densidad están encaminadas al sector del envase, empaque, industria eléctrica, automotriz y otros. Estas aplicaciones son consecuencia de sus propiedades, debido a que es un material de bajo costo, no tóxico (característica muy importante en la industria del envase, empaque y usos domésticos), no conductor y resistente. (Roca, 2005).

En el sector alimenticio se pueden encontrar diferentes tipos, tamaños y estilos de envases tan variados que sirven para cumplir todas las exigencias del consumidor. En ellos se pueden almacenar productos lácteos en general, agua, aceite y muchos más productos. (Roca, 2005).

Las ventajas por las cuales se ha seleccionado este material es la siguiente:

- Su ligereza de peso, transparencia, resistencia a la rotura, manejabilidad, seguridad en uso y, fundamentalmente, en la versatilidad en cuanto a novedades de diseño. En el sector de envase se pueden encontrar botellas, envases y frascos. (Roca, 2005).
- Las propiedades fisicoquímicas del Polietileno de alta densidad lo colocan como un material flexible, transparente, resistente y químicamente inerte, provocando que se convierta en una de las mejores alternativas entre los materiales sintéticos utilizados para la fabricación de empaques. (Roca, 2005).

1.6 Vida de anaquel.

1.6.1 Definición y generalidades.

La vida de anaquel de un alimento se define como “el periodo de tiempo durante el cual resulta deseable el consumo de un producto alimenticio elaborado”. La vida de anaquel también se conoce con los nombres de vida media, vida útil y vida en estante (Gutierrez, 2000).

Cada alimento posee un tiempo finito de duración después de su producción, tiempo durante el cual el producto se mantendrá en el nivel establecido de calidad y seguridad, bajo condiciones establecidas de almacenamiento (Salinas-Hernandez, 2007). Este tiempo finito de duración de un alimento puede

describirse mediante modelos matemáticos, los cuales proporcionan alternativas objetivas para medir la calidad y determinación de los límites de la vida de anaquel de un alimento (Salinas-Hernandez, 2007).

Para realizar una estimación fiable de la vida de anaquel se consideran las etapas en la producción de un alimento. Que inicia desde la elección de materias primas, formulación del producto, técnicas de procesamiento, condiciones de higiene, material de empaque y forma de empacado, almacenamiento, proceso de distribución y manejo final del consumidor (Dalgaard, 1995).

A pesar de las diferentes técnicas de estudio de vida útil que se han desarrollado por diversos autores, la determinación de la vida útil es un tema complejo ya que es difícil predecir los efectos de las variables externas de almacenamiento y las condiciones de abuso que un producto puede experimentar a lo largo de su vida de anaquel (Williams, 1993).

1.6.2 Factores a controlar para la vida de anaquel propuesta (Cabeza Herrera, 2013).

Son tres los factores que influyen en la vida de anaquel de un alimento:

1. Características del producto, incluyendo parámetros de formulación y procesamiento, considerado como un factor intrínseco.

Los factores intrínsecos son todos los que se refieren a las características físico-químicas de los alimentos, los cuales son los nutrientes, pH, actividad de agua y oxígeno disponible.

2. El medio ambiente en el que el producto se encuentra expuesto durante la distribución y almacenamiento, considerado como un factor extrínseco. Dichas condiciones son: Temperatura, humedad relativa y oxígeno atmosférico.

3. Propiedades del empaque, se refiere a características propias del material de empaque como lo son: la permeabilidad al oxígeno, valor de agua y dióxido de carbono.

1.7 Determinación vida de anaquel concentrado y refresco de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).

1.7.1 Aplicación de microbiología predictiva (Cabeza Herrera, 2013).

La microbiología predictiva de alimentos es una herramienta que permite obtener resultados de estimación de vida de anaquel en un menor tiempo, haciendo uso de la microbiología tradicional como apoyo a la microbiología predictiva. Por medio del comportamiento microbiano se basa el modelamiento predictivo de vida de anaquel. De los factores, de los que depende el crecimiento microbiano, la temperatura es la que normalmente es considerada como el factor más importante en las reacciones de deterioro de los alimentos, en especial en los alimentos donde la velocidad de crecimiento y la fase de latencia son altamente dependientes de la temperatura. Los modelos de estudio que dependen de la temperatura para la determinación de la vida de anaquel, son propuestos por sus autores debido a que este factor puede variar significativamente a través de la producción y distribución del alimento. Entre los modelos más utilizados se encuentran el modelo de Arrhenius y modelo de Monod-Hinshelwood.

El modelo de Monod-Hinshelwood se utiliza para la estimación de la caducidad microbiológica y, el modelo de Arrhenius empleado fundamentalmente en la estimación de la caducidad fisicoquímica; el cual es un modelo de tipo cinético. Aunque ambos modelos puede emplearse en la estimación microbiológica.

El modelo a aplicar en la investigación es el modelo de Monod-Hinshelwood, ya este modelo de evalúa el efecto de la temperatura sobre el crecimiento

microbiológico. Tomándose como referencia el documento “Aplicación de la Microbiología Predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos”, en el cual se explica la metodología propuesta, en la determinación de vida de anaquel de anaquel de leche fluida almacenada en condiciones de refrigeración (4°C). Debido a que las condiciones de almacenamiento del concentrado y refresco serán a condiciones de refrigeración, en este caso al igual que la leche, aplica esta metodología que consiste en evaluación de la generación de microorganismos mesófilos a tres condiciones diferentes de temperatura, que fueron 10, 20 y 30 grados Celsius; debido a que la temperatura es un factor que influye directamente en dicho crecimiento. El tiempo de estudio es de 12 horas. Los datos obtenidos son tabulados y analizados con el objetivo de predecir matemáticamente de manera aproximada el tiempo de vida de anaquel correspondiente a la relación a la generación de microorganismos en el tiempo de estudio, bajo la influencia de diferentes temperaturas.

Es importante tomar en cuenta que estos estudios no son capaces de incorporar todas las variables que puedan llegar a tener impacto sobre el crecimiento microbiano en el producto. Los factores que influyen en la estabilidad microbiana se dividen entre factores intrínsecos y extrínsecos.

1.8 Ámbito normativo de la situación de la elaboración de concentrados y refrescos.

1.8.1 Refresco.

Se emplea la Norma Salvadoreña Obligatoria 67.18.01:01 “Productos Alimenticios. Bebidas no carbonatadas sin alcohol. Especificaciones”. Para la evaluación del refresco, se presenta en las tablas 1.3, 1.4 y 1.5.

Tabla 1.3. Requisitos sensoriales para refresco.

CARACTERISTICAS	REQUISITO
Color	Característico
Olor	Característico
Sabor	Característico

Fuente: Diario oficial Republica de El Salvador en la América Central Norma Salvadoreña Obligatorio NSO 67.18.01.01 Productos Alimenticios. Bebidas No Carbonatadas Sin Alcohol (2002).

Tabla 1.4. Requisitos fisicoquímicos para refresco.

CARACTERISTICAS	REQUISITOS	
	Mínimo	Máximo
Solidos totales, en porcentaje en masa (m/m)	11	-
Solidos solubles por lectura refractométrica a 20°Celsius son corregir la acidez, en porcentaje masa (Grados Brix)	10	-
Acidez titulable, expresada como ácido cítrico anhidro, en porcentaje (m/v)	-	0.5
pH	2.4	4.4

Fuente: Diario oficial Republica de El Salvador en la América Central Norma Salvadoreña Obligatorio NSO 67.18.01.01 Productos Alimenticios. Bebidas No Carbonatadas Sin Alcohol (2002).

Tabla 1.5. Requisitos microbiológicos para refresco.

MICROORGANISMOS	RECUENTO MAXIMO PERMITIDO
Recuento de microorganismos aerobios (mesófilos) en placa, en unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro.	<1000
Recuento de hongos y levaduras, en unidades formadoras de colonias (UFC/ml)	<20
Bacterias coliformes, en número más probable (NMP) por 100 ml.	<1.1"
Bacterias patógenas	Ausencia

Fuente: Diario oficial Republica de El Salvador en la América Central Norma Salvadoreña Obligatorio NSO 67.18.01.01 Productos Alimenticios. Bebidas No Carbonatadas Sin Alcohol (2002).

1.8.2 Concentrado.

La referencia normativa para la evaluación del concentrado, se ha utilizado la Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. La razón por la cual se ha elegido dicha norma es debido a que no se pudo encontrar dentro de las normas salvadoreñas, una norma para este tipo de producto.

A continuación se presenta los requisitos que se establecen en la norma en la tabla 1.6. En la que sólo se establecen requisitos microbiológicos.

Tabla 1.6. Requisitos microbiológicos para concentrado.

MICROORGANISMOS	RECUESTO MAXIMO PERMITIDO
Coliformes totales UFC/ml	<10
Salmonella spp./ 25 ml	ausente
Enterotoxina estafilococcica	Negativa

Fuente: Diario Oficial Secretaria de Salud NORMA Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba (2012).

1.8.3 Agua potable.

Para elaborar el concentrado y refresco de Rosa de Jamaica se necesita agua para la producción de las mismas, por ello en la tabla 1.7 y 1.8 se presentan los requisitos establecidos por “Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable” para verificar la calidad e inocuidad del agua utilizada en el proceso de producción.

Tabla 1.7. Propiedades fisicoquímicas del agua potable.

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Color verdadero	Pt-Co	15
Olor	-	No rechazable
pH	-	8.5
Sabor	-	No rechazable
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Turbidez	UNT	5
Temperatura	°C	No rechazable

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable.

Tabla 1.8. Propiedades microbiológicas del agua potable.

PARAMETROS	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE		
	TECNICAS		
	FILTRACION POR MEMBRANA	TUBOS MULTIPLES	PLACA VERTIDA
Bacterias coliformes totales	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	-
Bacterias coliformes fecales o termotolerantes	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	-
Escherichia coli	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	-
Conteo de bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	100 UFC/ ml	-	100 UFC/ml
Organismos patógenos	Ausencia		

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable.

1.8.4 Azúcar Blanca

En la formulación del refresco de Rosa de Jamaica utiliza como insumo azúcar blanca, por ello en la tabla 1.9. Se presentan los requisitos establecidos por “Norma Salvadoreña Obligatorio 67.20.01:03. Azucares. Especificaciones” para verificar la calidad del azúcar utilizada en el proceso de producción.

Tabla 1.9. Características fisicoquímicas de la azúcar blanca.

CARACTERÍSTICA	REQUISITOS	
	MINIMO	MAXIMO
Polarización	99.5 grados%	-
Azúcar invertido	-	0.10%
Ceniza por conductividad	-	0.10%
Humedad	-	0.10%
Color con vitamina “A”	-	500 unidades ICUMSA-4
Dióxido de azufre	-	70 mg/kg

Fuente: Diario oficial Republica de El Salvador en la América Central Norma Salvadoreña Obligatorio 67.20.01:03. Azucares. Especificaciones.

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Pruebas fisicoquímicas.

2.1.1 Determinación de Acidez.

La determinación de acidez se realiza con el propósito de determinar el porcentaje de ácido que contienen cada uno de los extractos obtenidos de las muestras de cálices de Rosa de Jamaica evaluados y, determinar el porcentaje de ácido que contiene la formulación propuesta; con este dato se evalúa si el refresco cumple con dicho parámetro según la norma que se utiliza para la evaluación del refresco. La determinación del porcentaje de acidez se realiza mediante el uso de valoraciones ácido-base, debido a que este es el método analítico ampliamente utilizado para la determinación de contenido de diversos ácidos en los alimentos. Las valoraciones ácido-base dependen de una reacción química entre el analito y un reactivo patrón. Donde el punto de equivalencia química se detecta por medio de un indicador químico (Skoog, West, Holler, & Crouch, 2005).

Para realizar el proceso de valoración ácido-base, se toma una alícuota de 5 mililitros de la muestra a investigar, ya sea concentrado o refresco, haciéndose uso de una pipeta volumétrica. Este es transferido a un balón volumétrico de 100 mililitros, luego aforar con agua destilada y mezclar la solución.

De la solución anterior tomar una alícuota de 5 mililitros con pipeta volumétrica y transferirlo a un Erlenmeyer de 500 mililitros, adicionando 200 mililitros de agua destilada.

Realizar la valoración a la solución que se encuentra en el Erlenmeyer agregando 2 gotas de fenolftaleína como indicador. La solución de hidróxido de sodio 0.1 N

como reactivo patrón, haciéndose uso de una bureta volumétrica para contener esta solución a un volumen exacto conocido.

Para el cálculo del valor de acidez, luego de documentar el volumen de Hidróxido de sodio gastado en la valoración, se sustituyen los valores en la ecuación 2.1.

$$\text{Ácido cítrico} \left(\% \frac{m}{v} \right) = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * 0.064}{V_{\text{mL}}} * 100 \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

V_{NaOH} = Volumen de NaOH gastado

N_{NaOH} = Normalidad de NaOH

V_{mL} = Volumen de concentrado, luego de diluirlo.

0.064 = Valor en Gramos de Ácido cítrico anhidro por miliequivalente.

El resultado obtenido por medio de la ecuación 2.1, se multiplica por su respectivo factor de dilución.

2.1.2 Determinación de Grados Brix

La determinación de grados Brix se realiza con el propósito de determinar el porcentaje de sólidos disueltos en cada uno de los extractos obtenidos de las muestras de cálices de Rosa de Jamaica, ya que forma parte de los parámetros de caracterización del concentrado. En el caso del refresco de formulación propuesta, se emplea como dato de comparación para evaluar si el refresco cumple con dicho parámetro, según la norma que se está utilizando para la evaluación del mismo.



Figura 2.1. Refractómetro de Abbe utilizado para la determinación de °Brix.

Fuente: Elaboración propia

Los grados Brix muestran el porcentaje de sólidos disueltos en un producto, es decir, mide la densidad del azúcar. Para poder determinar su concentración se hizo uso de un refractómetro de Abbe, el cual es un instrumento basado en el cambio de dirección que sufren los rayos de luz en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación. Los resultados son presentados de forma directa sin hacerse uso de algún cálculo posterior a la medición (Norma Mexicana NMX-F-103-1982).

El refractómetro previo a su uso se calibra, se limpia con un paño suave el lector, posteriormente se calibra con una gota de agua destilada. Luego se coloca la gota de muestra y se realiza la medición correspondiente.

2.1.3 Determinación de pH.

La determinación de pH se realiza con el propósito que este dato sea parte de los datos de la caracterización de cada uno de los extractos obtenidos de las muestras de cálices de Rosa de Jamaica. En el caso del refresco de formulación propuesta, se emplea como dato de comparación para evaluar si el refresco cumple con dicho

parámetro según la norma NSO 67.18.01:01: Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones.



Figura 2.2. pH metro utilizado en el proceso de investigación

Fuente: Elaboración propia.

La determinación de pH se realiza haciendo uso de un equipo para este fin, el cual es el pH metro, para su uso previamente se calibra con soluciones patrón destinadas para este uso.

Para realizar esta medición se coloca en un beaker de 50 ml, 20 ml de la muestra de extracto o refresco a medir, colocando el electrodo lo más cercano al centro del beaker en contacto con el líquido, evitando que el electrodo toque el fondo del beaker para evitar daños al electrodo. Realizar la lectura y enjuagar el electrodo con agua destilada luego de cada medición (Flores y Ortiz, 2009).

2.1.4 Determinación de Humedad y sólidos totales.

Se realizaron análisis de humedad a cada una de las muestras de cálices de Rosa de Jamaica, aportando dicha información directamente a la caracterización de las muestras. Estas pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Servicios de Química Agrícola, de la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”.

El análisis de sólidos totales es utilizado con la finalidad de verificar, si el refresco cumple con los valores que se establecidos en la norma NSO 67.18.01:01: Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones. Dichos análisis fueron realizados en el laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas en la Universidad de El Salvador.

2.2 Pruebas espectrofotométricas.

2.2.1 Determinación de antocianinas (Giusti & Wrolstad, 2001)

La determinación del contenido de antocianinas se realiza con el propósito de caracterizar y determinar el contenido de la misma en cada una de las muestras de Rosa de Jamaica analizadas, relacionándose estos datos a decisiones en la investigación.

La razón por la cual fue seleccionado el análisis de espectroscopia UV-VIS como método para determinar la cantidad de antocianinas en cada uno de los extractos, se debe a que se da un aporte en la investigación de este compuesto en los productos elaborados a partir de la Rosa de Jamaica ya que las antocianinas son las que aportan su color característico al producto elaborado.

La espectroscopia UV-VIS determina la cantidad de antocianinas presentes en la muestra a partir del valor de absorbancia a longitudes de onda de 510 y 700 nanómetros, ya que los resultados se presentarán como Cianidina-3-glucósido, se asocia la primera longitud de onda y la segunda longitud de onda, siendo un factor de corrección del método. Esta medición se realizará para cada una de las cuatro muestras de Rosa de Jamaica en estudio acidificadas a pH de 1 y 4.5 con ayuda de soluciones buffer.

Para determinar la absorbancia, primero se determina el factor de dilución, diluyendo una cantidad conocida de muestra con buffer de Cloruro de Potasio, pH 1.0, hasta que el valor de absorbancia de la muestra a 510 nanómetros se encuentre dentro del rango del espectrofotómetro. El factor de dilución se calcula dividiendo el volumen final de la muestra por el volumen inicial.

Se preparan 2 diluciones de la muestra, una con buffer de Cloruro de potasio, pH 1.0, y el otro con buffer de acetato de sodio, pH 4.5, diluyendo cada una según el factor de dilución encontrado. Las diluciones se dejan equilibrarse por 15 minutos.

Se mide la absorbancia de las soluciones a una longitud de onda de 510 y 700 nanómetros, realizando primero la medición con una celda de agua destilada para el establecimiento de la línea base en el equipo. Los cálculos de absorbancia de las muestras diluidas según la Ecuación 2.2

$$A = (A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4.5} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Para determinar la cantidad de antocianinas es necesario emplear la ecuación 2.3; los resultados se presentan en miligramos de antocianina por litro de solución.

$$\text{Concentración de antocianinas } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A \cdot \text{PM} \cdot \text{FD} \cdot 1000}{\epsilon \cdot l} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Donde:

PM: Peso molecular, para este caso es 449.2 g/mol

FD= Factor de dilución de la muestra en los respectivos buffer.

A= Valor de absorbancia.

ϵ = Absortibilidad molar, para este caso es 26, 900

Tomándose en cuenta que la ecuación es válida siempre y cuando la longitud de celda es de un centímetro.

2.3 Pruebas Sensoriales.

Se realizan diversas pruebas sensoriales con el propósito de que por medio de los resultados, de cada una de las pruebas, se establezcan de forma objetiva una propuesta de formulación para elaborar refresco a partir de Rosa de Jamaica.

Por medio de la información obtenida en las pruebas, se determina la cantidad de concentrado de Rosa de Jamaica a diluir con agua para cada una de las cuatro muestras en estudio, posteriormente se establece una clasificación de las muestras en estudio según el grado de aceptación que estas obtengan por parte de los consumidores y, por último, se obtendrá la cantidad de azúcar más aceptada por parte del panel sensorial en sus refrescos de Rosa de Jamaica.

De forma adicional se realiza una prueba para evaluar si es posible obtener una formulación imitadora, que posea características sensoriales y fisicoquímicas similares.

2.3.1 Prueba Hedónica de cinco puntos.

La prueba hedónica de cinco puntos es utilizada con la finalidad de establecer el porcentaje de concentración aceptado por los panelistas para cada una de las muestras, así como también la determinación de la concentración de azúcar en la formulación.

Esta metodología se selecciona debido a que es una prueba con la cual se evalúa directamente la percepción de agrado o desagrado de los posibles consumidores de refresco. También se debe a que es un método con el cual se pueden evaluar al mismo tiempo varias muestras, ya que para el caso de algunos análisis sensoriales se evalúan un número considerable de muestras.

Para la realización de la prueba a los panelistas se les brinda una instrucción, en la cual se les explica el propósito de la prueba y las indicaciones para complementar los campos establecidos en la boleta que se encuentra en el anexo 3.A y 3.D.

En la evaluación de las muestras, los panelistas las realizan por medio de la selección de categorías de agrado o desagrado de cada una de las muestras. Estas categorías posteriormente se califican asignándoles puntuaciones numéricas del 1 al 5. Las puntuaciones por categoría se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Establecimiento de puntuación según categoría

CATEGORIA	PUNTUACION
Le disgusta mucho	1
Le disgusta un poco	2
Ni le gusta ni le disgusta	3
Le gusta un poco	4
Le gusta mucho	5

Fuente: "Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de Alimentos". Ottawa. Watts, B., Yilmaki, G., Jeffery, L., y Elias, L, 1992. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Los datos recolectados de la prueba se evalúan estadísticamente por medio del análisis de varianza ANOVA.

a) Análisis de varianza (ANOVA).

El Análisis de Varianza (ANOVA) es un procedimiento estadístico que se emplea para determinar si las diferencias observadas entre las tres medias son lo suficientemente grandes para decir que existen diferencias significativas entre ellas (Anderson, Sweeney, y Williams, 2008).

La metodología a emplear se establece a partir de lo establecido en el libro Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de Alimentos (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992). Con la aplicación de la metodología se obtienen una serie de datos los cuales se comparan posteriormente con la distribución F en el anexo 4.A. Suponiendo que los resultados para cada muestra tiene una distribución normal, con un nivel de significancia del 95% entre los resultados (Anderson, Sweeney, y Williams, 2008).

Para el cálculo del valor F para los tratamientos y panelistas, se realiza de la siguiente forma (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992):

1. Mediante la ecuación 2.4 se calcula el valor de factor de corrección, para el cual se hace uso de la ecuación 2.5 y 2.6, para complementar la información necesaria para dicho cálculo.

$$FC = \frac{\text{Gran total}^2}{N} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

$$\text{Gran total} = \sum \text{Totales individuales de muestras o tratamientos} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

$$N: \text{Numero de Panelistas} * \text{Numero de Muestra} \quad \text{Ecuación 2.6}$$

En donde:

FC: Factor de corrección.

Gran total: Sumatoria de los totales individuales obtenidos de cada una de las muestras o tratamientos.

N: Cantidad de panelistas multiplicado por el número de muestra.

2. Posteriormente se procede a realizar los cálculos de la suma de los cuadrados totales, tratamientos (muestras), panelistas y error, con las ecuaciones 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10.

$$SC(T) = \sum(\text{cada respuesta individual})^2 - FC \quad \text{Ecuación 2.7}$$

$$SC(Tr) = \frac{\sum(\text{Total de cada tratamiento})^2}{\text{Numero de respuesta por tratamiento}} - FC \quad \text{Ecuación 2.8}$$

$$SC(P) = \frac{\sum(\text{Total de cada panelista})^2}{(\text{Numero de respuesta por panelista})} - FC \quad \text{Ecuación 2.9}$$

$$SC(E) = SC(T) - SC(Tr) - SC(P) \quad \text{Ecuación 2.10}$$

Donde:

SC(T): Suma total de los cuadrados.

SC(Tr): Suma de los cuadrados de los tratamientos.

SC(P): Suma de los cuadrados de los panelistas

SC (E): Suma de los cuadrados del error.

3. Luego se realiza el cálculo para determinar los grados de libertad totales, tratamientos (muestras), panelistas y error haciendo uso de las ecuaciones.

$$gl(T) = \text{Numero total de respuestas} - 1 \quad \text{Ecuación 2.11}$$

$$gl(Tr) = \text{Numero de tratamientos} - 1 \quad \text{Ecuación 2.12}$$

$$gl(P) = \text{Numero de panelistas} - 1 \quad \text{Ecuación 2.13}$$

$$gl(E) = gl(T) - gl(Tr) - gl(P) \quad \text{Ecuación 2.14}$$

Donde:

gl (T): Grado de libertad de los totales

gl (Tr), Grados de libertad de muestras o tratamientos

gl (P): Grados de libertad de los panelistas

gl (E): Grados de libertad del error.

4. Se realiza el cálculo de los valores cuadráticos medios para los tratamientos (muestras), panelistas y error, con las ecuaciones

$$CM(Tr) = \frac{SC(Tr)}{gl(Tr)} \quad \text{Ecuación 2.15}$$

$$CM(P) = \frac{SC(P)}{gl(P)} \quad \text{Ecuación 2.16}$$

$$CM(E) = \frac{SC(E)}{gl(E)} \quad \text{Ecuación 2.17}$$

Donde:

CM (Tr): Valores cuadráticos medios para los tratamientos.

CM (P): Valor cuadrático medio para los panelistas.

CM (E): Valor cuadrático medio para los errores.

5. Para finalizar la serie de cálculos, se procede a la determinación de los valores F para los tratamientos (muestras) y panelistas, mediante las ecuaciones 2.18 y 2.19.

$$F(Tr) = \frac{CM(Tr)}{CM(E)} \quad \text{Ecuación 2.18}$$

$$F(P) = \frac{CM(P)}{CM(E)} \quad \text{Ecuación 2.19}$$

Donde:

F (Tr): Valor F de los tratamientos.

F (P): Valor F de los panelistas.

6. Luego de obtener todos los valores de distribución estadística F que se han calculado, comparar con los valores de F del anexo 4.A. En las cuales para encontrar el valor de F tabulado para los tratamientos (muestras), se busca por

medio de la intercepción de los grados de libertad de los tratamientos (muestras) en el numerador y los grados de libertad del error en el denominador.

7. Para encontrar el valor de F tabulado para los panelistas, se realiza por medio de la inceptión de los grados de libertad de los tratamientos (muestras) en el numerador y los grados de libertad del error en el denominador.

Sin embargo es de tener en cuenta que el intercepto de estos valores, no pueden encontrarse en ocasiones de forma directa en tablas, por lo cual habría que realizar interpolaciones para encontrar el valor buscado según especificaciones de numerador y denominador.

Si se encuentra con el caso que hay que realizar una interpolación se hace uso de la Ecuación 2.20, para todas las interpolaciones.

$$x = \left(\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \right) (x_2 - x_1) + x_1 \quad \text{Ecuación 2.20}$$

8. El siguiente paso es consolidar los datos de grados de libertad. Sumar de los valores cuadráticos y valores cuadráticos medios en una tabla para obtener una mejor visibilidad entre los valores calculados F y valores F de tablas en el anexo 4.A.

En el análisis de los resultados, se compara el valor de la distribución estadística F obtenido de la tabla del anexo 4.A con el valor de distribución estadística F calculado. Se determina que no existen diferencias significativas entre los resultados si F de tablas es mayor que F calculado, de lo contrario se concluye que si existe diferencia significativos en los resultados.

9. Si por medio del análisis ANOVA se determina que existe una diferencia significativa entre los resultados de cada tratamiento (muestra) a la media de los

tratamientos (muestra). Si se determina que existe diferencia significativa se realiza la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan.

b) Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

La prueba de amplitud de Duncan se emplea cuando en el análisis de varianza (ANOVA), se determina entre que existe diferencias significativas entre los resultados de cada tratamiento (muestra), es decir, que determina entre que muestras existen diferencias marcadas según la percepción de agrado o desagrado de los panelistas. El procedimiento es el siguiente:

1. Primero se ordenan las muestras en orden descendente, calculándose las diferencias entre las medias iniciando con la diferencia entre el valor más grande con el más pequeño. Si al comparar los dos valores no se consideran estos dos valores significativamente diferentes, se termina la prueba; y si son consideradas significativamente diferentes se continúa la prueba comparando el valor más grande con el segundo más pequeño. Si entre ellos no existe diferencia significativa se termina la prueba, pero si existe diferencia se continua comparando el valor más grande con el siguiente más pequeño, hasta encontrar el valor en donde no son significativamente diferentes. Ejemplo de ello:

Muestra de refresco	[458]	[724]	[660]	[145]	[560]	[232]
Medias de los tratamientos o muestras	4.21	4.04	3.92	3.67	3.00	2.21

2. Luego se realiza cálculo de diferencias con la media más grande de los tratamientos con la más pequeña y así sucesivamente para cada una de las medias por muestra, hasta determinar de esta manera la mayor diferencia numérica entre los tratamientos (muestras).

3. Se busca el valor crítico Q mediante la intersección de la diferencia numérica encontrada entre la media más grande y la menor con los grados de libertad del error. Dicha tabla se encuentra en el anexo 4.B, con significancia del 95%.
4. Si no se cuenta con la lectura directa del valor Q se realiza un cálculo de interpolación mediante la Ecuación 2.20.
5. El cálculo del valor de amplitud con la Ecuación 2.21.

$$\text{Amplitud} = Q \sqrt{\frac{\text{CM(E)}}{t}} \quad \text{Ecuación 2.21}$$

Donde:

Q: Valor crítico Q.

CM (E): Valor cuadrático medio del error.

t: Numero de panelistas.

6. Se realiza una comparación entre los valores de diferencias numéricas calculadas en el numeral 2 y la amplitud calculada, a través de esta comparación se determinan que tan alejadas se encuentran los resultados de cada tratamiento (muestras) entre sí.
7. La interpretación de cada una de las diferencias entre los tratamientos con el valor de la amplitud, establece que si el valor de la diferencia es mayor que el valor de la amplitud existe una diferencia entre esos tratamientos (muestras). Si por el contrario el valor de la diferencia es menor que el valor de la amplitud significa que no existe una diferencia que sea significativa.

2.3.2 Prueba de Aceptabilidad (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

La prueba de aceptabilidad por ordenamiento es empleada con el propósito de establecer una clasificación de extractos de Rosa de Jamaica a partir de los resultados de la prueba. La razón de hacer uso de dicha prueba se debe a que es una prueba de fácil entendimiento para los panelistas y, es un método que de forma numérica demuestra la elección y clasificación por parte de los panelistas. La prueba de aceptabilidad por ordenamiento se ejecuta de la siguiente forma:

1. A los panelistas se les entrega una boleta, en cual se indica cómo es que se han establecido las puntuaciones de aceptabilidad, que van del 1 al 4, siendo 1 la muestra que tiene el valor más aceptable para el panelista y 4 la menos aceptable, indicándose que no pueden repetir las puntuaciones. En el anexo 3.B, se encuentra el ejemplo de boleta utilizada para este tipo de análisis sensorial.
2. Luego se les indica a los panelistas participantes, que ordenen las muestras que se les presentan en recipientes idénticos codificados previamente con números de tres dígitos. Los cuales se ordenan desde la muestra menos aceptada hasta la más aceptada, con la indicación que no se permite ubicar dos muestras en la misma posición de aceptabilidad. A cada panelista, además de las muestras y las boletas, se les proporcionó agua y galletas con el objetivo de limpiar el paladar entre cada una de las muestras, y de esta manera percibir mejor los sabores y así decidir en cual categoría establecería cada una de las muestras.
3. La interpretación de los datos se realiza mediante la suma del total de los valores asignados para cada muestra según las preferencias de los panelistas.
4. Luego se analizan los resultados obtenidos por medio de la prueba de chi cuadrado.

a) Prueba de Chi Cuadrado.

La prueba de Chi Cuadrado, determina la diferencia entre las puntuaciones de cada una de las muestras y así establecer la diferencia de cada uno de estos resultados entre ellos. Usándose un nivel de significancia del 95%. Se hace uso de las tablas que se encuentran en el Anexo 4.C.

1. Para el análisis de los resultados obtenidos realiza la prueba de chi cuadrado primero se hace uso de la Ecuación 2.22, para encontrar el valor de X^2_{exp} .

$$X^2_{exp} = \frac{12}{nK(K+1)} \sum_{i=1}^K Ri^2 - 3n(K + 1) \quad \text{Ecuación 2.22}$$

Donde:

X^2 : Chi cuadrado

n: Número de juicios totales.

K: Numero de tratamientos o muestras.

Ri: Suma de puntos totales por muestras.

2. Se busca del valor de X^2_{tab} , mediante el intercepto de los grados de libertad encontrados con la Ecuación 2.23 y el área de cola de 0.05 (5%), verificar el anexo 4.C.

$$\text{Grados de libertad} = K - 1 \quad \text{Ecuación 2.23}$$

En donde:

K: Número de tratamientos o muestras.

3. Confrontar los valores de X^2 experimentales (X^2_{exp}) con su respectivo valor de tablas (X^2_{tab}), si al realizar la comparación el valor de X^2 experimental es mayor que el de tablas, se indica que las muestras son diferentes para un nivel de significancia del 95%. Por lo que es necesario determinar cuáles son los tratamientos o muestras diferentes, por medio del cálculo de la diferencia mínima

significativa (DMS), con la Ecuación 2.24. La tabla de valor crítico Q se encuentra en el anexo 4.B

$$DMS = Q \sqrt{\frac{nK(K+1)}{12}} \quad \text{Ecuación 2.24}$$

Donde:

Q: Valor crítico Q.

n: Numero de panelistas totales.

K: Numero de tratamientos o muestras.

4. Se realizan cálculos de diferencias a diversas combinaciones de tratamientos (muestras), para compararlos cada uno con el valor obtenido de DSM.
5. Comparar las puntuaciones obtenidas y proceder a la clasificación tomando en cuenta que debido a las puntuaciones colocadas, la muestra que posee la mayor aceptabilidad posee la puntuación más baja por el contrario la muestra que posee la puntuación más alta es la muestra menos aceptada.

2.3.3 Prueba triangular.

La prueba triangular tiene como finalidad determinar si es posible realizar una propuesta de formulación imitadora, a partir de combinaciones de cáliz de Rosa de Jamaica, cuyos concentrados posea una cantidad de antocianinas similar, a la que contiene la formulación principal. Al encontrar una formulación imitadora podría solventarse la situación que no se contara con los cálices para la formulación principal.

La razón por la cual es elegida la metodología de prueba triangular se debe a que es una prueba que es utilizada para determinar si ha ocurrido un cambio perceptible de una características organolépticas del producto; teniéndose en cuenta que la

metodología solo es capaz de evaluar una característica a la vez. En el caso en particular determinar si existe algún cambio perceptible con respecto al sabor.

a) Procedimiento de selección de panelistas.

Se realiza un procedimiento de selección de panelistas para determinar su agudeza sensorial, asegurando de esta forma la elección de los panelistas con mayor agudeza sensorial, es decir que son capaces de percibir variaciones de sabor (Manfugas, 2007). La boleta utilizada para el proceso de selección de panelistas se encuentra en el anexo 3.C.

1. La primera etapa para la selección de panelistas es un proceso de selección previa, que tiene como objetivo conocer aspectos personales que pueden influir en el desempeño de los futuros panelistas. Como es el caso si son alérgicos al producto, la disponibilidad de tiempo y su agrado ante el refresco de Rosa de Jamaica en particular (Manfugas, 2007).
2. A los panelistas previamente seleccionados se les realiza una serie de pruebas, que determinaran su agudeza sensorial. La primera prueba es la identificación de sabores básicos, la cual consiste en determinar si el panelistas es capaz de distinguir sabores fundamentales, los cuales son dulce, ácido, salado y amargo (Manfugas, 2007).

Para la prueba a los candidatos se les entrega 6 recipientes idénticos y codificados previamente, con números aleatorios con una cantidad aproximada de 15 mililitros en cada recipiente contiene el sabor básico más dos de ellos con sabor básico repetidos, para evitar que el panelista seleccione por descarte (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992). Se colocan las muestras en el mismo orden a cada candidatos, para poder continuar con la etapa de selección, debe de identificar correctamente todos los sabores (Manfugas, 2007). Las

sustancias utilizadas para la determinación de sabores básicos se encuentran establecidas en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Tabla de concentración y sustancias para pruebas de sabores básicos

SABOR BASICO	SUSTANCIA	CONCENTRACION
Dulce	Sacarosa	1.0% g/v (2.5 g/250 ml)
Salado	Cloruro de sodio	0.2% g/v (0.5 g/250 ml)
Acido	Ácido cítrico	0.04% g/v (0.1 g/250 ml)
Amargo	Cafeína	0.05% g/v (0.125 g/250 ml)
	Sulfato de quinina	0.00125% g/v (0.003 g/250 ml)

Fuente: "Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de Alimentos". Ottawa. Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., y Elias, L, 1992. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

3. La siguiente prueba es la de umbral de sabor, con esta prueba se evalúa si los candidatos son capaces de identificar variaciones en la concentración de los sabores (Manfugas, 2007). Para el caso en específico la prueba es empleada para los sabores dulces y acido, ya que son los dos sabores básicos predominantes en el refresco.

A los candidatos se les proporciona una serie de soluciones de un mismo sabor, pero a concentraciones diferentes, pidiéndoles que las ordenen ya sea de forma ascendente o descendente. Introduciendo de manera aleatoria entre las concentraciones muestras de agua para eliminar las respuestas por descarte. Las muestras son presentadas a los candidatos en recipientes idénticos con número de tres dígitos. La determinación de umbral del sabor acido, se efectua con soluciones al 0.2%, 0.4%, 0.6% de ácido cítrico y agua, se pide que se ordenen de forma descendente. En el caso del umbral sabor dulce son soluciones al 1%, 3%, 5% de sacarosa y agua, se pide que se ordenen de forma

ascendente. Si los candidatos tienen el 80% de respuestas correctas se consideran aprobados (Manfugas, 2007).

4. Por último se procede a la prueba de identificación de colores primarios, se realiza bajo dos tipos de pruebas. La primera consiste en la preparación de soluciones coloreadas con el mismo color a diferentes concentraciones, las cuales se les presenta a los candidatos para que estos los ordenen y así evaluar si son capaces de distinguir pequeñas diferencias de color. De esta prueba se consideraran aprobados los candidatos que alcancen como mínimo el 80% de los puntos totales al ordenamiento de las soluciones (Manfugas, 2007).

La segunda es la prueba de Ishihara, la cual se utiliza para conocer si los candidatos tienen alguna alteración en la visión de los colores, como son el daltonismo (Manfugas, 2007).

La prueba consiste en que a los candidatos se les muestran 21 imágenes en las cuales tiene que detectar que número es el que se encuentra al centro de ella. Si los candidatos se encuentran en un rango de respuestas correctas mayor a 10 se considera una persona con visión normal, de lo contrario existe sospecha de algún tipo de alteración visual (Arredondo, 2012).

En el caso en el cual hubiera algún candidato que no fue capaz de identificar las diferencias de color, al momento de calificar la boleta serían aprobados los candidatos que tengan el 80% de respuestas correctas (Manfugas, 2007).

b) Aplicación de Prueba triangular.

Para la aplicación de la prueba existen seis posibles combinaciones de presentación de muestras las cuales son: ABA, AAB, BAA, BBA, BAB, ABB. Las muestras ordenadas de tal manera que cada panelista posea las mismas posibilidades de

recibir cualquiera de las seis posibles combinaciones (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992). La boleta utilizada se encuentra en el anexo 3.E.

1. A los panelistas se les presentan tres muestras previamente codificadas con números de tres dígitos, en donde una muestra es diferente y las otras dos son iguales (Manfugas, 2007). Las muestras se ordenan de izquierda a derecha. Pidiéndose a los panelistas que ellos marquen en su boleta la muestra perciben que es diferente (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).
2. Se califican sus boletas, marcándose como correcta con el símbolo (+) y con el símbolo (-) si la respuesta es incorrecta (Manfugas, 2007).

El análisis de los datos, se lleva a cabo utilizándose una tabla binomial de un extremo que se encuentra en el anexo 4.D. En la tabla se busca en las primeras dos columnas el número total de respuestas correctas representado por la letra "X" y el número de panelistas representado con la letra "n" interceptándose con la probabilidad de elegir la respuesta correcta representado con la letra "p", dicha probabilidad es $1/3$ (0.33) ya que esta es la probabilidad de elegir la muestra correcta entre las tres muestras presentadas (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

3. Si la lectura de los datos no se realiza de forma directa se realiza un cálculo de interpolación, haciéndose uso de la ecuación 2.20.
4. Con el valor de probabilidad calculado se realiza una comparación con la probabilidad de 0.05 o menos, por medio de esta comparación se indica que si la probabilidad calculada es igual o menor a 0.05, indica que los candidatos fueron capaces de percibir entre la formula principal y la imitadora, de lo contrario los candidatos no perciben la diferencia entre las formulaciones (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1992).

2.4 Regla de mezclas.

La regla de mezclas es aplicada para determinar la mezcla de cálices diferentes de Rosa de Jamaica, para obtener un concentrado y posteriormente en el refresco la cantidad más cercana de antocianinas a las que posee el concentrado utilizado en la formulación principal y así proponer una formulación imitadora.

Para ello se seleccionan los concentrados que quedan en según, tercer y cuarto lugar según la clasificación que se ha realizado previamente de los concentrados de Rosa de Jamaica, según convenga a partir de cálculos realizados por medio de la técnica cuadrados de Pearson. Mediante esta metodología se balancean las cantidades, es decir que la técnica consiste en la realización de un cuadro en donde el extremo superior izquierdo, se marca el nombre del producto a balancear y el contenido deseado, en el extremo inferior se coloca el nombre del producto deseado a combinar con su respectivo contenido. Y al centro el valor de contenido deseado (Ríos, 2010).

2.5 Pruebas microbiológicas.

Se realizan pruebas microbiológicas, para dos finalidades diferentes, una de ellas es para determinar mediante la metodología de Microbiología predictiva la vida de anaquel aproximada del concentrado y refresco, bajo las dos propuesta de empaque para el almacenamiento de dichos producto.

La segunda es la realización de análisis al concentrado y refresco, para determinar si ambos cumplen con las especificaciones microbiológicas, según la norma aplicada a cada producto.

2.5.1 Microbiología predictiva.

Se emplea la metodología de microbiología predictiva con el objetivo de determinar la vida de anaquel del concentrado y refresco, evaluados directamente en las dos propuestas de empaque y así seleccionar cual es el que le brinda a los productos una mayor vida de anaquel.

La elección de la metodología se debe a que es una propuesta de evaluación de vida de anaquel aproximada, cuya análisis se realiza en un periodo de tiempo corto en comparación con otros tipos de metodologías, acortando de esta manera la utilización por mucho tiempo de equipos de laboratorio.

a) Modelo de Monod-Hinshelwood

La aplicación de la microbiología predictiva se basa en el modelo de Monod-Hinshelwood, el cual se indica que en la mayoría de los casos en donde se encuentran implicados asociaciones de microorganismos alterantes en alimentos perecederos, estos se encuentra directamente relacionado con el tiempo de generación de la asociación de microorganismos y el tiempo en el cual se deteriora el alimento (McMeekin y Ross, 2002).

Se puede establecer la vida útil de un alimento haciendo uso de la siguiente relación o aproximación de Monod-Hinshelwood que se presenta en la Ecuación 2.25 (Cabeza Herrera, 2013):

$$t_s = \frac{\log N_s - \log N_0}{\log 2} * T_g \quad \text{Ecuación 2.25}$$

Donde:

t_s : Tiempo necesario para que se desarrolle la alteración bajo las mismas condiciones extrínsecas e intrínsecas medidas.

N_s : (UFC/ml) valor correspondiente a la población de seguridad ¹

N_0 : (UFC/ml) valor correspondiente a la población inicial presente en el alimento.

T_g : tiempo de generación de la población alterante específica.

La Ecuación 2.25 podría ser utilizada directamente al conocer valores de N_s y T_g determinados para las condiciones de almacenamiento. En el caso del refresco de Rosa de Jamaica, si se posee el conocimiento del valor de la población de seguridad (N_s) ya que esta se establece en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.18.01.01, sin embargo se desconoce el tiempo de la población alterante específica (T_g). Debido a esto se realizara el estudio del crecimiento de microorganismos mesófilos a diferentes temperaturas presentes en el refresco que se almacenara a condiciones de refrigeración, aproximadamente a 4°C. Los recuentos altos de estos microorganismo a menudo indican materias primas contaminadas o tratamientos insatisfactorios desde el punto de vista sanitario. También en los alimentos perecederos indica condiciones inadecuadas de tiempo y temperatura durante su almacenamiento.

El estudio del refresco y concentrado a diferentes temperaturas se realiza para evaluar el efecto de la temperatura sobre el crecimiento microbiano. Para ellos se estudia el comportamiento de los microorganismos mesófilos durante 12 horas continuas a tres diferentes temperaturas, obteniendo datos de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) a diferentes tiempos dentro de estas 12 horas, tanto para el concentrado como para el refresco, para dos tipos de empaques

¹ Según el máximo permitido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.18.01.01, cuyo valor es 1000 UFC/ml.

elaborados de dos materiales distintos, estos son Tereftalado de Polietileno (PET) y Polietileno de baja densidad (HDPE).

1. Para llevar a cabo la metodología, primero se obtiene la población en unidades logarítmicas (\ln UFC/ml), calculando la velocidad de crecimiento específica (μ) para cada una de las temperaturas, con las cuales se realiza el procedimiento, es decir a 10, 20 y 30 grados Celsius. Se grafica en la ordenada los valores de \ln UFC/ml en fase exponencial y en las abscisas el tiempo (min), a partir de esta gráfica se obtiene la ecuación de la recta, en la cual el valor de la pendiente es igual a la velocidad de crecimiento específica (UFC/ml \cdot min $^{-1}$). En la ecuación 2.26.

$$\mu = \frac{(\ln N_f - \ln N_0)}{(t_f - t_0)} \quad \text{Ecuación 2.26}$$

Donde:

μ : Velocidad de crecimiento específica.

t_f : Tiempo final.

N_s : (UFC/ml) valor correspondiente a la población de seguridad²

N_0 : (UFC/ml) valor correspondiente a la población inicial presente en el alimento.

T_0 : Tiempo inicial.

2. Luego que se obtiene la velocidad de crecimiento específica (μ) se podre a obtener el tiempo de generación de la población alterante específica T_g , para cada una de las temperaturas en estudio con sus respectivos valores de velocidad de crecimiento específica (μ) calculadas anteriormente, por medio de la ecuación 2.27:

$$T_g = \frac{\ln 2}{\mu} \quad \text{Ecuación 2.27}$$

² Según el máximo permitido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.18.01.01, cuyo valor es 1000 UFC/ml.

3. Con esta serie de datos se elabora una gráfica en donde la ordenada representa los datos del logaritmo base 10 del tiempo de generación de la población alterante específica ($\text{Log}_{10}T_g$) y la abscisa las temperaturas en estudio. En esa grafica se demuestra como el tiempo de generación depende de la temperatura.
4. Luego a partir de la gráfica se obtiene una ecuación de la recta representada por la ecuación general de la recta $y= mx+b$. Para el caso del estudio de vida de anaquel esta ecuación se representa por la Ecuación 2.28:

$$\text{Log}_{10}T_g= m \ln (T)+ b \qquad \text{Ecuación 2.28}$$

5. En dicha expresión se sustituye en la variable la temperatura (T), con el valor de temperatura de almacenamiento del refresco de 4°C, realizar los cálculos pertinentes y así encontrar el valor del tiempo de generación de la población alterante específica T_g , cuyo tiempo representa la vida de anaquel del refresco a esas condiciones de temperatura de almacenamiento.
6. El procedimiento se lleva a cabo se lleva a cabo cada hora evaluándose el crecimiento microbiológico a tres temperaturas diferentes, 10°C, 20°C y 30°C, con diluciones hasta 10^{-3} en agua peptonada haciendo uso de una pipeta previamente esterilizada; posteriormente cuidadosamente con otra pipeta esterilizada se toma un mililitro de dilución a la placa Petri a la cual se le agrega el como medio de cultivo Tripticasa Soya Agar (TSA), realizando cuidadosamente movimientos circulares con la placa a favor y en contra del sentido de las agujas del reloj y en forma de cruz, evitando al mismo tiempo que el medio impregne la tapa. Dejar solidificar el agar de las placas sobre una superficie horizontal, Dejándose reposar las placas para que se solidifique el agar e incubar a una temperatura de 35 °C de 24 a 48 horas.

7. Realizar el conteo de colonias respectivo según, el número de microorganismos presentes en cada placa.

2.5.2 Pruebas microbiológicas en refresco y concentrado.

Se realizan análisis microbiológicos para verificar la calidad de los productos propuestos en la investigación, estos análisis fueron realizados en el Centro de Investigación y Desarrollo (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador.

En el caso del refresco, los resultados obtenidos son confrontados con los límites permitidos, establecidos en la NSO 67.18.01:01: Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones. Los análisis que se establecen dentro de esta norma son:

- i. Recuento de microorganismo aerobios (mesófilos) en placa, en unidades formadoras de colonias (UFC), por mililitro.
- ii. Recuento de hongos y levaduras en unidades formadoras de colonias (UFC/ml).
- iii. Bacterias coliformes, en número más probable (NMP) por 100 ml.
- iv. Bacterias patógenas.

Dentro de dicha norma también se hace referencia a la prueba de contenido de hongos, en campos positivos en cada 100 campos, Método de Howard, pero en la norma se indica que solamente es aplicable si y en la etiqueta se indica que se ha elaborado la bebida a partir de jugos o concentrados de frutas, en el caso de la investigación es un refresco a partir de cálices de Rosa de Jamaica, por ello no se tomó en cuenta la realización de la prueba.

Para el concentrado, los resultados obtenidos son confrontados con los límites permitidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y

servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. Los análisis que se establecen dentro de esta norma son:

- i. Coliformes totales UFC/ g o ml
- ii. Salmonella spp./ 25 g o ml

Estas pruebas microbiológicas establecidas, para concentrados a los cuales se les ha realizado algún tratamiento térmico, por ello solo aplican estos dos microorganismos, así como también se descarta el estudio de Enterotoxinas estafilococcica, ya que según Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba, solo se realiza en caso de contingencia sanitaria.

2.6 Porcentaje de rendimiento.

Para obtener los rendimientos por muestra, se hace uso de la ecuación 2.29, ecuación en la cual la producción real es la cantidad obtenida de forma real durante un proceso, y la producción teórica es la cantidad deseada a obtener.

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion teorica}} \times 100 \quad \text{Ecuación 2.29}$$

3. ETAPA EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADO Y REFRESCO DE ROSA DE JAMAICA

3.1 Formulación de concentrado.

Para determinar la formulación del concentrado, primero se fijan las variables del proceso para extraer concentrado a partir de los cálices de Rosa de Jamaica y se toma en cuenta las siguientes variables:

- a) Tiempo
- b) Temperatura
- c) Proporción de cálices con agua.

Para poder evaluar las variables es necesario mantener fijas dos de ellas, las cuales son las variables tiempo y temperatura basada en el trabajo de “Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Nacional e importada” de (Galicia, 2008), que establece un tiempo óptimo de ebullición de 15 minutos para obtener la mayor cantidad de antocianinas, junto con un temperatura mayor o igual a los 98 °C; por lo que se evalúa el efecto que tiene la proporción de cálices en el rendimiento del mismo. Se toman proporciones de 25 gramos hasta los 125 gramos con intervalos de 25 gramos junto con 935 gramos de agua, para determinar la cantidad de antocianinas que es posible extraer de los cálices.

Cabe destacar que es difícil la identificación de las diferentes variedades de Rosa de Jamaica que se comercializan, ya que estas se encuentran deshidratadas; razón por lo cual se realiza la investigación de campo identificando cálices deshidratados por sus diferencias con respecto a sus color. De dicha investigación se seleccionaron 4 muestras. En la tabla 3.1 se encuentra una descripción preliminar de las muestras seleccionadas.

Tabla 3.1. Descripción de muestras de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)

NOMBRE/ DESCRIPCIÓN	IMAGEN
<p data-bbox="500 365 688 399">MUESTRA A</p> <p data-bbox="237 443 951 638">La muestra A de Rosa de Jamaica tiene un color característico ocre del centro a la punta del pétalo y color ocre cercano al cáliz con pequeñas tonalidades de blanco.</p>	
<p data-bbox="500 699 688 732">MUESTRA B</p> <p data-bbox="237 777 951 972">La muestra B de Rosa de Jamaica presenta un color característico ocre intenso en todos sus pétalos con pequeñas variaciones color blanco cercano al cáliz.</p>	
<p data-bbox="500 1037 688 1071">MUESTRA C</p> <p data-bbox="237 1115 951 1255">La muestra C de Rosa de Jamaica, posee un color característico en sus pétalos que varía entre una tonalidad ocre y café.</p>	
<p data-bbox="500 1381 688 1415">MUESTRA D</p> <p data-bbox="237 1459 951 1600">La muestra D posee un color característico ocre oscuro en todos sus pétalos. El estado físico de sus cálices se encuentra bastante fragmentado.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras se codifican, aplicándoseles una codificación alfanumérica, la cual se describe de la siguiente manera: Los números representan el peso de Rosa de Jamaica y la letra el código con que se identifica muestra. El resumen de los códigos empleados se presenta en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Codificación de las muestras de Rosa de Jamaica

Muestra	25	50	75	100	125
A	A25	A50	A75	A100	A125
B	B25	B50	B75	B100	B125
C	C25	C50	C75	C100	C125
D	D25	D50	D75	D100	D125

Fuente: Elaboración propia

Se procede a pesar y codificar cada una de las muestras. Posteriormente se inicia el proceso de ebullición, mezclando cada uno de los pesos de los diferentes cáliz con 935 gramos de agua, durante un tiempo de 15 minutos a una temperatura de $98\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$, luego de ese tiempo se enfría el concentrado que se ha extraído y pesar el resultado obtenido.

Los pesos del concentrado extraído con su respectivo rendimiento se presentan en la tabla 3.3, en la cual puede observarse una reducción en el peso de concentrado a medida que se aumenta la cantidad de Rosa de Jamaica; esto se debe a que la Rosa de Jamaica absorbe el agua, por lo cual se demuestra que a mayor cantidad de Rosa de Jamaica mayor cantidad de agua absorbida; esto se refleja en la disminución en peso, otro factor al que se le atribuye la pérdida de agua es debido a la evaporación del agua durante el proceso de ebullición.

Tabla 3.3. Valores y rendimientos, de peso de concentrado de Rosa de Jamaica en relación con el peso del cáliz.

CODIGO DE MUESTRA	PESO (GRAMOS)	RENDIMIENTO	PORCENTAJE DE RENDIMIENTO
A25	510.2000	0.5457	54.5700%
A50	432.9000	0.463	46.3000%
A75	364.0000	0.3893	38.9300%
A100	336.2000	0.3596	35.9600%
A125	306.8000	0.3281	32.8100%
B25	611.3000	0.6538	65.3800%
B50	504.0000	0.539	53.9000%
B75	466.9000	0.4994	49.9400%
B100	429.3000	0.4591	45.9100%
B125	293.7000	0.3141	31.4100%
C25	587.2000	0.628	62.8000%
C50	548.2000	0.5863	58.6300%
C75	510.6000	0.5461	54.6100%
C100	461.7000	0.4938	49.3800%
C125	418.7000	0.4478	44.7800%
D25	473.0000	0.5059	50.5900%
D50	411.5000	0.4401	44.0100%
D75	398.1000	0.4258	42.5800%
D100	355.2000	0.3799	37.9900%
D125	314.6000	0.3365	33.6500%

Fuente: Elaboración propia.

A manera de ejemplo se realiza el cálculo de porcentaje de rendimiento a partir de la ecuación 2.29.

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} \times 100$$

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{510.2 \text{ gramos}}{935 \text{ gramos}} = 0.5459 \times 100 = 54.59\%$$

En la figura 3.1 se presentan los valores de rendimiento en relación del peso del agua con el peso de Rosa de Jamaica para determinar la cantidad de concentrado obtenido por muestra.

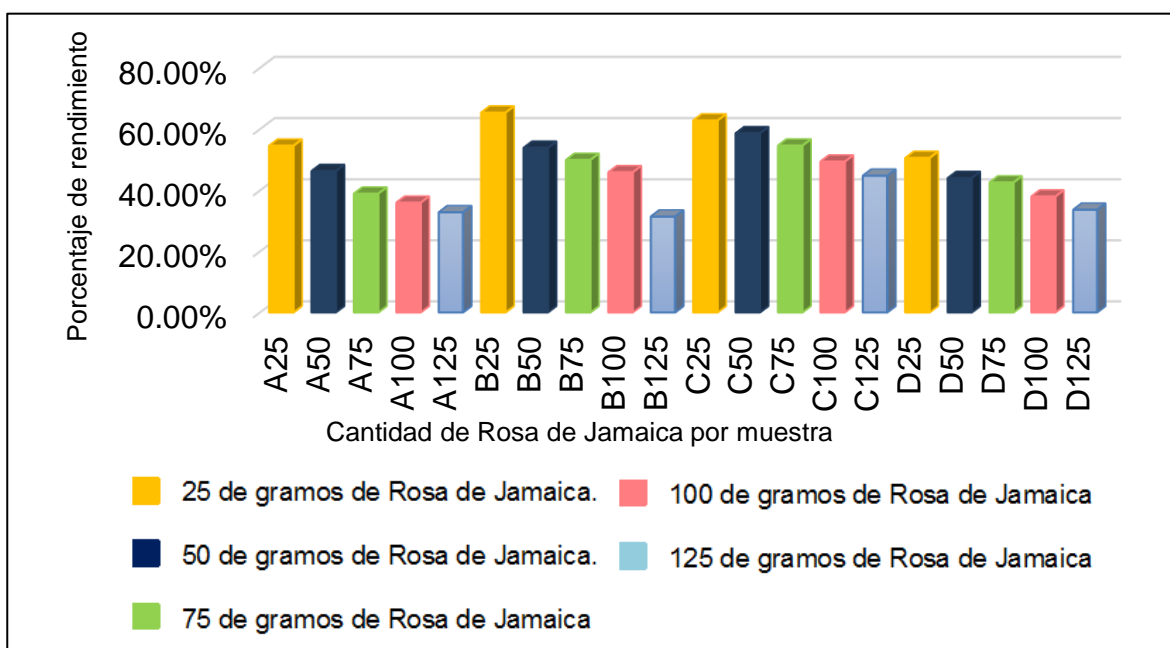


Figura 3.1. Gráfica de porcentajes de rendimiento por muestra, en la extracción del concentrado.

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que se obtienen porcentajes de rendimiento superiores en la elaboración de concentrado haciendo uso de una relación de 25 gramos de Rosa de Jamaica por cada 935 gramos. Es decir que a menor cantidad de gramos de

Rosa de Jamaica se obtiene una mayor cantidad de concentrado. Verificándose de esta manera que existe una relación directa entre la cantidad de gramos de Rosa de Jamaica empleada usándose la misma cantidad de agua en el proceso de extracción del concentrado, manteniéndose fijas las variables tiempo - temperatura.

3.1.1 Caracterización de concentrado.

La caracterización por medio de análisis fisicoquímicos como lo son la determinación de pH, acidez, grados Brix y humedad. También un análisis espectrofotométrico para la determinación de la cantidad de antocianinas. La caracterización es aplicada a las cuatro muestras en estudio.

Los datos de la caracterización son el apoyo experimental y numero, para la toma de decisiones con respecto al concentrado a utilizar durante la etapa de elaboración de refresco.

a) Determinación de pH.

La determinación de los valores de pH obtenidos de forma experimental se presentan en la tabla 3.4 el consolidado total de todos los datos y en la figura 3.2 los datos de forma gráfica, en la cual se puede observar que existen pocas variaciones entre cada concentrado de la misma muestra en sus diferentes codificaciones. Esta misma tendencia se mantiene entre los pH de las diferentes muestras, rondando los valores de pH de 2 a 2.3.

Tabla 3.4. Valores de pH de cada muestra de Rosa de Jamaica

CODIGO DE MUESTRA	pH
A25	2.3
A50	2.2
A75	2.2
A100	2.1
A125	2.2
B25	2.2
B50	2.1
B75	2
B100	2.1
B125	2.1
C25	2.2
C50	2.1
C75	2
C100	2.1
C125	2.1
D25	2.2
D50	2.2
D75	2.2
D100	2.2
D125	2.2

Fuente: Elaboración propia.

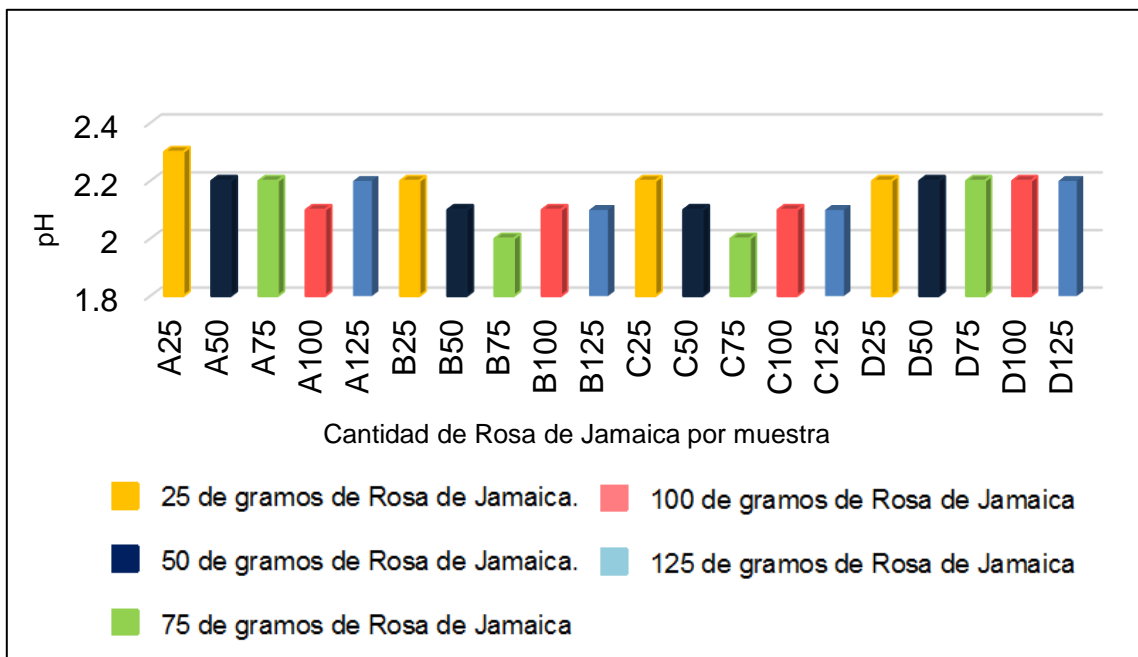


Figura 3.2. Gráfica de valores de pH obtenido en cada muestra de Rosa de Jamaica.

Fuente: Elaboración propia.

Las variaciones de pH son bastante pequeñas entre sí. Se demuestra que no hay una diferencia significativa entre los valores de pH de las cuatro muestras. Sin embargo es de notar que la muestra D contiene valores de pH constantes.

b) Determinación de acidez.

La determinación de acidez se realizó mediante un procedimiento de valoración ácido-base. Con una solución valorante de Hidróxido de Sodio (NaOH), al 0.1019 Normal, el cálculo se puede verificar en el anexo 7, se neutraliza la cantidad de ácido presente en cada uno de los concentrados de Rosa de Jamaica.

En la Figura 3.3 presenta el montaje del equipo para determinar acidez y las Figuras 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7 se presentan los diferentes concentrados diluidos de las muestras.

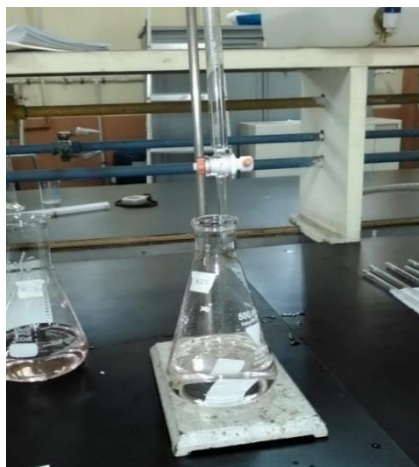


Figura 3.3. Determinación de acidez titulable.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.5, se presenta la cantidad gastada de NaOH junto con su porcentaje de ácido cítrico anhidro, por cada una de las mediciones realizadas

Para determinar el valor de acidez de ácido cítrico es necesario introducir estos valores en la Ecuación 2.1, de esa manera se obtiene el valor de acidez expresado en ácido cítrico anhidro. Los valores de acidez correspondientes se presentan en la Tabla 3.4.



Figura 3.4. Diluciones preparadas para la muestra A.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.5. Diluciones preparadas para la muestra B.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.6. Diluciones preparadas para la muestra C.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.7. Diluciones preparadas para la muestra D.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.5 se presentan la cantidad gastada de hidróxido de sodio (NaOH) con su respectivo porcentaje de ácido cítrico, dichos porcentajes son expresados gráficamente en la figura 3.8. A continuación se encuentra un ejemplo de cálculo aplicado a cada muestra codificada:

$$\text{Ácido cítrico} \left(\% \frac{m}{v} \right) = \frac{0.90 \text{ ml} * 0.1019N * 0.064}{5 \text{ ml}} * 100$$

$$\text{Ácido cítrico} \left(\% \frac{m}{v} \right) = 0.1174 * 4$$

$$\text{Ácido cítrico} \left(\% \frac{m}{v} \right) = 0.47\%$$

Tabla 3.5. Mililitros de solución de NaOH gastados en la valoración de acidez.

CODIGO DE MUESTRA	VOLUMEN DE NaOH GASTADO (MILILITROS)	PORCENTAJE DE ACIDO CITRICO ANHIDRO
A25	0.90	0.47%
A50	1.10	0.57%
A75	1.40	0.73%
A100	1.70	0.89%
A125	1.80	0.94%
B25	0.90	0.47%
B50	1.00	0.52%
B75	1.40	0.73%
B100	1.50	0.78%
B125	1.90	0.99%
C25	0.80	0.42%
C50	1.00	0.52%
C75	1.30	0.68%
C100	1.90	0.99%
C125	2.00	1.04%
D25	1.60	0.83%
D50	1.80	0.94%
D75	1.90	0.99%
D100	2.00	1.04%
D125	2.20	1.15%

Fuente: Elaboración propia.

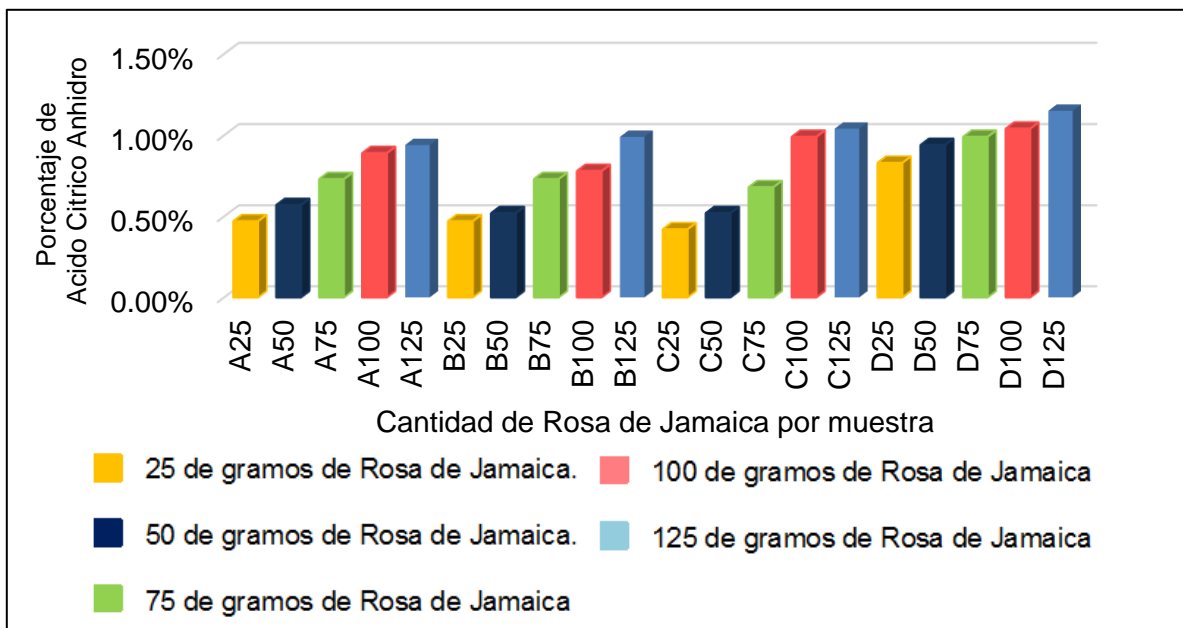


Figura 3.8. Gráfica de contenido de Ácido Cítrico Anhidro en cada muestra de Rosa de Jamaica.

Fuente: Elaboración propia.

Se verifica que existe un aumento en el porcentaje de acidez de cada una de las muestras, a medida va aumentando la cantidad de cálices de Rosa de Jamaica en la elaboración de concentrado, por lo que se evidencia que tiene relación directa el aumento en la cantidad de peso de Rosa de Jamaica manteniendo la cantidad de 935 gramos de agua en el porcentaje de ácido cítrico obtenido.

c) Determinación de Grados Brix.

La medición de grados Brix, se realiza de forma directa haciéndose uso de un refractómetro de Abbe, las mediciones de cada una de las codificaciones de las muestras se tabla 3.6 y de forma gráfica en la figura 3.9. En dichos datos puede observarse que entre cada una de las muestras existen variaciones.

Tabla 3.6. Valores de grados °Brix por muestra de Rosa de Jamaica

CODIGO DE MUESTRA	GRADOS BRIX
A25	1.8
A50	3.8
A75	6.0
A100	7.4
A125	9.3
B25	1.8
B50	3.6
B75	5.8
B100	6.2
B125	11.2
C25	1.2
C50	3.2
C75	4.4
C100	6.0
C125	7.4
D25	1.8
D50	4.0
D75	6.0
D100	7.2
D125	9.3

Fuente: Elaboración propia

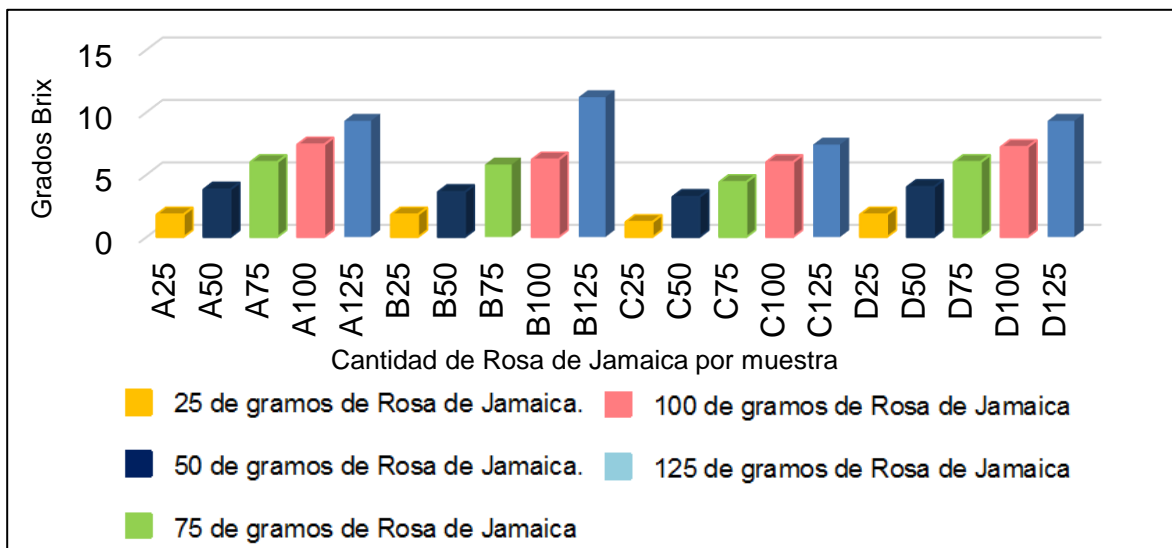


Figura 3.9. Gráfica de valores de grados Brix obtenido en cada muestra de Rosa de Jamaica.

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis de los datos obtenidos de las lecturas directas con el refractómetro, puede concluirse que el contenido de Rosa de Jamaica manteniendo el volumen de agua constante, es directamente proporcional a los grados Brix que contiene el concentrado tal y como lo demuestra la figura 3.9.

d) Determinación de antocianinas

La cantidad de antocianinas se calcula a partir de las ecuaciones 2.2 y 2.3. En las Tablas 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10 se presentarán los datos correspondientes a la absorbancia a las diferentes longitudes de onda de 510 y 700 nanómetros respectivamente de las diferentes muestras, por razones de escala del equipo que no puede hacer lecturas certeras a absorbancias superiores a 4,000, por ello se realizan las lecturas a diferentes factores de dilución, el cual es de 10 para las muestras de 25 y 50 gramos, de 30 para las muestras de 75 y 100 gramos y de 120 para las muestras de 125 gramos.

Tabla 3.7. Valores de absorbancia para la muestra A longitudes de 510 y 700 nanómetros y pH de 1 y 4.

Muestra	pH 1		pH 4.5	
	λ_{510}	λ_{700}	λ_{510}	λ_{700}
A25	1.689	0.012	0.289	0.027
A50	3.244	0.02	0.751	0.097
A75	1.768	0.044	0.437	0.102
A100	2.258	0.063	0.504	0.117
A125	1.284	0.036	0.262	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.8. Valores de absorbancia para la muestra C a longitudes de 510 y 700 nanómetros y pH de 1 y 4.5

Muestra	pH 1		pH 4.5	
	λ_{510}	λ_{700}	λ_{510}	λ_{700}
C25	0.206	0.008	0.101	0.011
C50	0.412	0.017	0.2	0.023
C75	0.264	0.031	0.184	0.071
C100	0.405	0.024	0.237	0.072
C125	0.148	0.013	0.096	0.033

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 3.9. Valores de absorbancia para la muestra B a longitudes de 510 y 700 nanómetros y pH de 1 y 4.5

Muestra	pH 1		pH 4.5	
	λ_{510}	λ_{700}	λ_{510}	λ_{700}
B25	1.89	0.005	0.311	0.028
B50	3.527	0.047	0.746	0.153
B75	0.373	0	0.11	0.014
B100	1.723	0.015	0.362	0.038
B125	0.934	0.014	0.169	0.027

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.10. Valores de absorbancia para la muestra D a longitudes de 510 y 700 nanómetros y pH de 1 y 4.5

Muestra	pH 1		pH 4.5	
	λ_{510}	λ_{700}	λ_{510}	λ_{700}
D25	0.982	0.061	0.391	0.071
D50	2.544	0.137	0.889	0.194
D75	3.383	0.25	1.221	0.226
D100	2.109	0.046	0.549	0.081
D125	0.605	0.015	0.101	0.011

Fuente: Elaboración propia

A partir de los valores correspondientes de cada una de las absorbancias se procede a calcular la cantidad de antocianinas totales en miligramos/litro, la cantidad de antocianinas se presentan en la Tabla 3.11 y su respectiva visualización gráfica en la figura 3.10.

Se presenta un ejemplo de cálculo para determinar la cantidad de antocianinas:

$$A = (A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{510\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}})_{\text{pH } 4.5}$$

$$A = (1.689 - 0.012) - (0.289 - 0.027)$$

$$A = 1.451 \text{ nanometros}$$

$$\text{Concentración de antocianinas } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{A * \text{PM} * \text{FD} * 1000}{\epsilon * 1}$$

$$\text{Concentración de antocianinas } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{1.451 * 449.2 * 10 * 1000}{26,900 * 1}$$

$$\text{Concentración de antocianinas} = 236.29 \text{ mg/L}$$

Tabla 3.11. Valores de antocianinas y rendimiento por cada una de Rosa de Jamaica.

CODIGO DE MUESTRA	CANTIDAD DE ANTOCIANINAS (MILIGRAMOS/LITRO)	CANTIDAD DE ANTOCIANINAS POR LITRO	PORCENTAJE RENDIMIENTO
A25	236.29	236.29	0.94%
A50	429.16	429.16	0.86%
A75	695.84	695.84	0.93%
A100	905.75	905.75	0.91%
A125	2096.04	2096.04	1.67%
B25	267.52	267.52	1.07%
B50	482.10	482.10	0.96%
B75	555.07	555.07	0.74%
B100	693.34	693.34	0.69%
B125	1559.01	1559.01	1.24%
C25	18.03	18.03	0.07%
C50	36.40	36.40	0.07%
C75	60.12	60.12	0.08%
C100	108.21	108.21	0.11%
C125	144.28	144.28	0.12%
D25	100.36	100.36	0.40%
D50	285.88	285.88	0.57%
D75	357.02	357.02	0.48%
D100	799.04	799.04	0.79%
D125	1001.93	1001.93	0.80%

Fuente: Elaboración propia

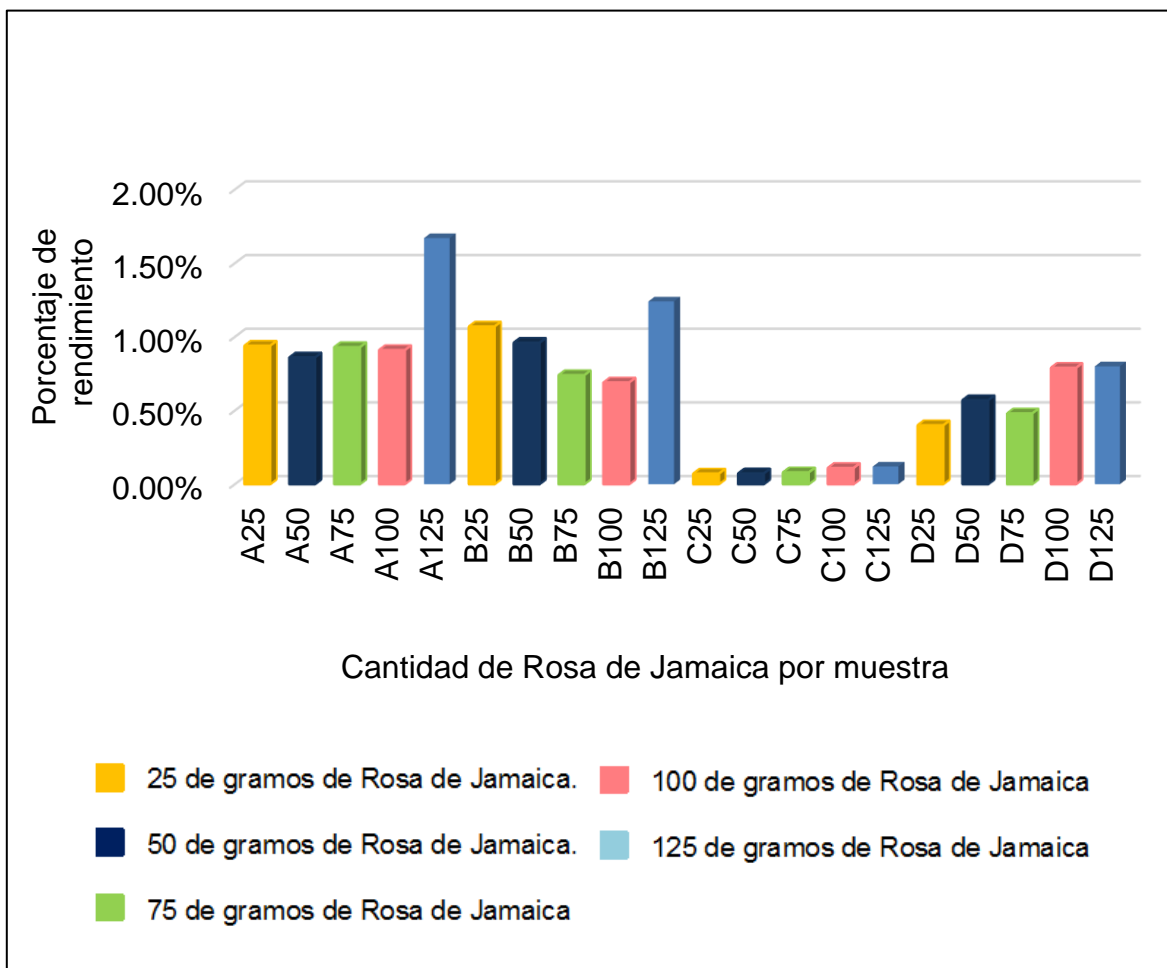


Figura 3.10. Gráfica porcentaje de rendimiento para cada muestra de Rosa de Jamaica.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos y gráficas puede observarse que la muestra A125 posee la mayor cantidad de antocianinas en comparación con las demás muestras, y la muestra C en general posee bajos valores. En el caso de la muestra D mostró poca cantidad variaciones con respecto a la cantidad de antocianinas entre cada muestra.

3.1.2. Análisis de resultados: Formulación de concentrado.

El análisis de los datos se realiza por medio de la recolección de los datos presentados en la tabla 3.12 y su representación en las graficas en las figuras 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15.

Tabla 3.12. Parámetros de evaluación promedio de la relación peso de Rosa de Jamaica – volumen de agua constante.

PARAMETRO DE EVALUACION	PESO DE ROSA DE JAMAICA (GRAMOS)				
	25	50	75	100	125
Rendimiento relación peso Rosa de Jamaica - Agua	58.34%	50.71%	46.52%	42.31%	35.66%
pH	2.23	2.15	2.1	2.13	2.15
Acidez titulable	0.55%	0.64%	0.78%	0.93%	1.03%
Grados Brix	1.65	3.65	5.55	6.70	9.30
Rendimiento cantidad de antocianinas.	0.62%	0.62%	0.56%	0.62%	0.96%

Fuente: Elaboración propia.

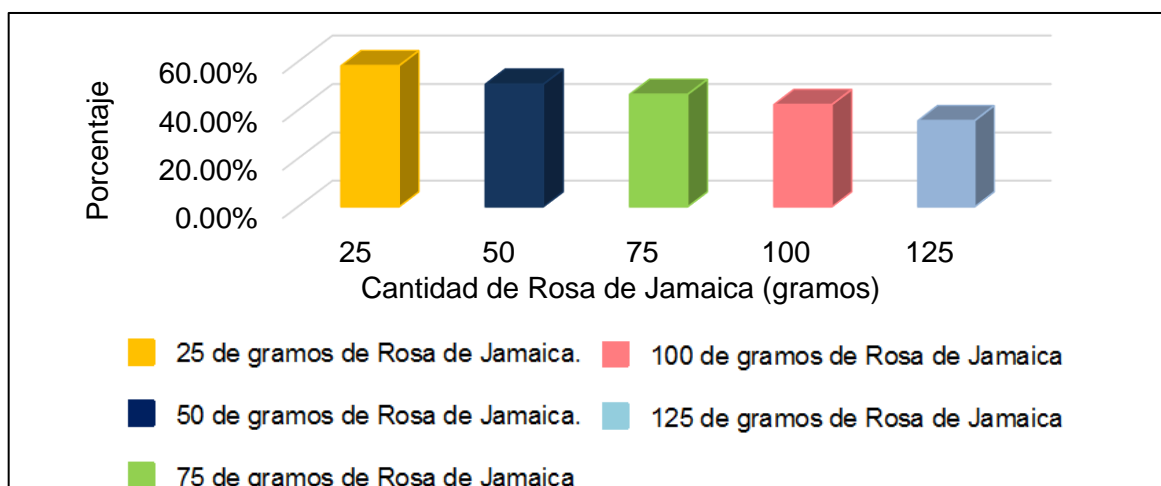


Figura 3.11. Gráfica porcentaje de rendimiento en relación peso de Rosa de Jamaica y contenido de agua

Fuente: Elaboración propia

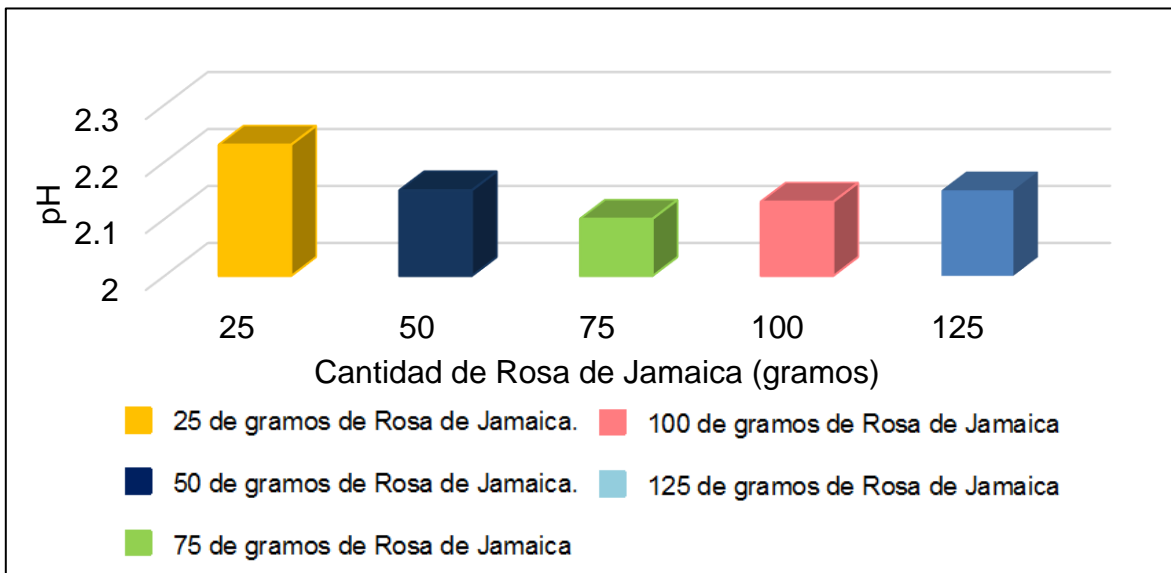


Figura 3.12. Gráfica de valores de pH para cada peso de Rosa de Jamaica.

Fuente: Elaboración propia

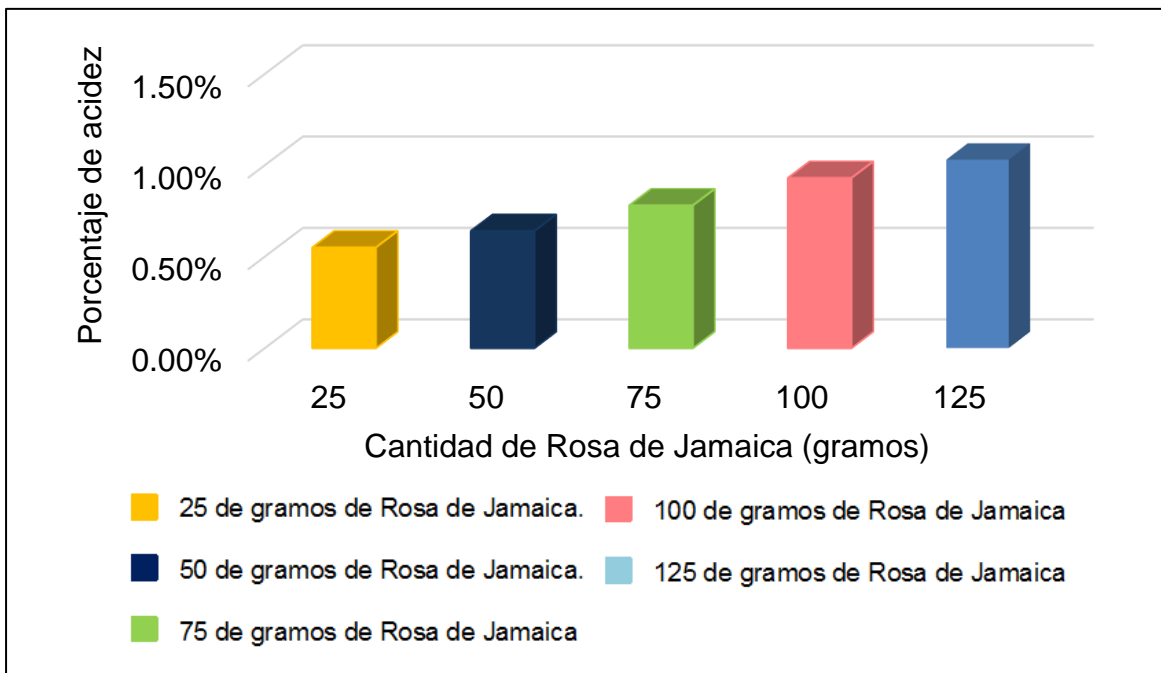


Figura 3.13. Gráfica de porcentaje de ácido cítrico anhidro para cada peso de Rosa de Jamaica

Fuente: Elaboración propia

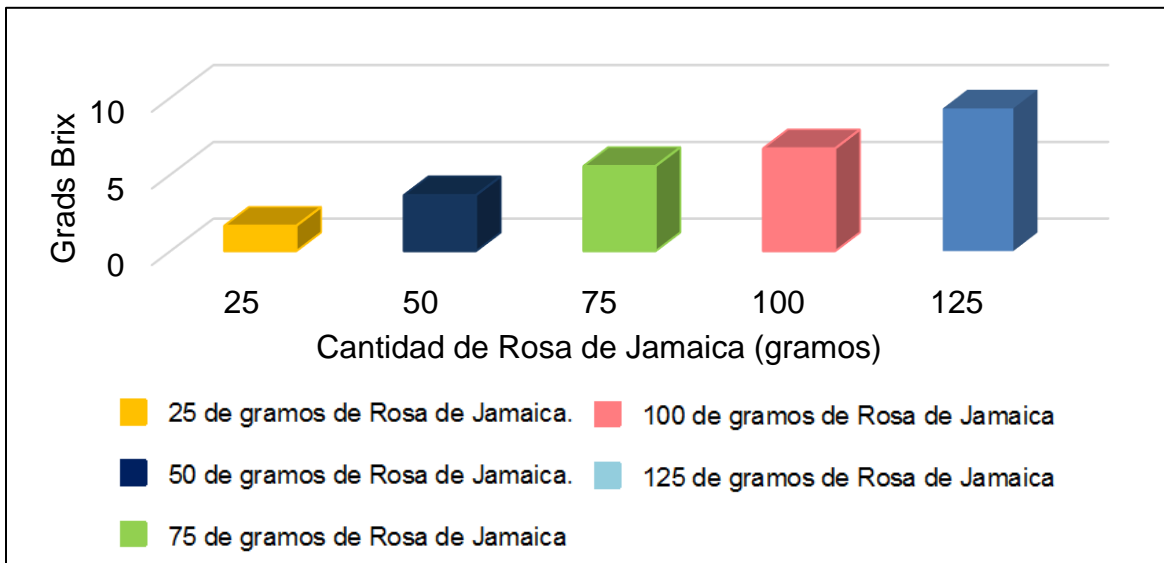


Figura 3.14. Gráfica porcentaje de grados Brix para cada peso de Rosa de Jamaica.

Fuente: Elaboración propia

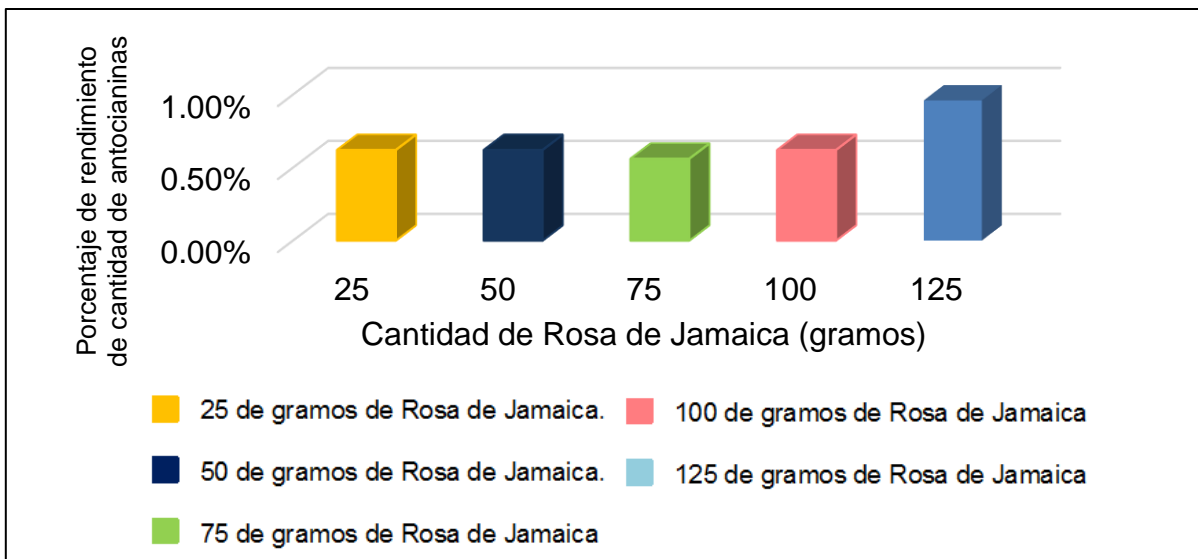


Figura 3.15. Gráfica porcentaje de rendimiento para cada peso de Rosa de Jamaica con respecto a la cantidad de antocianinas

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis correspondiente a los resultados totales obtenidos, se concluye que la relación peso de Rosa de Jamaica- volumen de agua a utilizar para la elaboración de concentrado es de 25 gramos de Rosa de Jamaica en un volumen

de agua de 935 gramos, ya que posee un mayor rendimiento que es del 58.34%, comparado con las demás relaciones peso-volumen. En la tabla 3.13 se presentan las características de la muestra seleccionada.





Tabla 3.13. Propiedades fisicoquímicas del cáliz y concentrado de la muestra D, muestra seleccionada.

Imagen	
Humedad del cáliz seco	13.01%
pH de concentrado	2.2
Grados Brix de concentrado	1.8
Acidez de concentrado	0.83%
Cantidad de antocianinas de concentrado	100.36 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta en la tabla 3.14 el consolidado de los parámetros de caracterización de las cuatro muestras de cáliz de Rosa de Jamaica investigado, en una relación de extracto correspondiente a la relación de 25 gramos de Rosa de Jamaica- volumen de agua, para evidenciar las diferencias entre las muestras en las mismas condiciones de elaboración del concentrado.

Tabla 3.14: Propiedades fisicoquímicas y espectrofotométricas de cada muestra investigadas de de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).

Nombre de muestra	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D
Imagen				
Humedad	16.01%	14.25%	12.55%	13.01%
pH	2.3	2.2	2.2	2.2
Grados Brix	1.8	1.8	1.2	1.8
Acidez	0.47%	0.47%	0.42%	0.83%
Cantidad de Ancianinas	236.29 mg/L	267.52 mg/L	18.03 mg/L	100.36 mg/L

También se realizarán los respectivos análisis microbiológicos. Si el concentrado elaborado cumple con lo establecido en la norma Mexicana empleada. Los análisis son realizados en el Centro de Investigación y Desarrollo (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, reportándose estos resultados en el anexo 6.B.

Los resultados se comparan con respecto a los límites permitidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 3.15

Tabla 3.15. Resultados microbiológicos de concentrado

DETERMINACION	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	Menor de 10 UFC/g	<10
<i>Samonella spp.</i>	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos microbiológicos, se verifica que se cumple con los límites permitidos por la norma mexicana tomada de referencia para garantizar la inocuidad del concentrado a los futuros consumidores. Es importante recalcar que para asegurar que se mantenga la inocuidad microbiológica del concentrado, este debe ser elaborado utilizando buenas prácticas de manufactura en sus procesos.

3.2 Formulación de refresco.

El proceso de formulación del refresco, se lleva a cabo por medio de una serie de análisis sensoriales dirigidos hacia propósitos diferentes, sirviendo de guía para establecer la formulación más aceptada por los panelistas.

3.2.1 Determinación de dilución de concentrado.



Figura 3.16. Panel sensorial, para determinación de dilución de concentrado, mediante prueba hedónica de cinco puntos.

Fuente: Elaboración propia.

El primer análisis sensorial representado en la figura 3.16 se realiza con el objetivo de determinar la dilución de trabajo para cada una de las cuatro muestras en estudio. Proponiendo como diluciones de investigación a una concentración de 20%, 30% y 40%. Las diluciones presentadas a cada panelistas se pueden observar en la Figura 3.17 en la que se aprecia la diferencia de color entre cada una de las muestras.

La metodología utilizada empleada es la Prueba Hedónica de cinco. La prueba se realizó en las Instalaciones de la Universidad de El Salvador, en la Facultad de ingeniería y Arquitectura. El panel sensorial fue conformado por 26 panelistas, los cuales el 50% de ellos eran del sexo femenino y 50% de sexo masculino, entre las edades de 19 y 38 años. Para la realización de la prueba a los panelistas se les

brindo una pequeña introducción para explicar el objetivo de la prueba y las indicaciones de respuesta en la boleta presentada en el anexo 3.A.

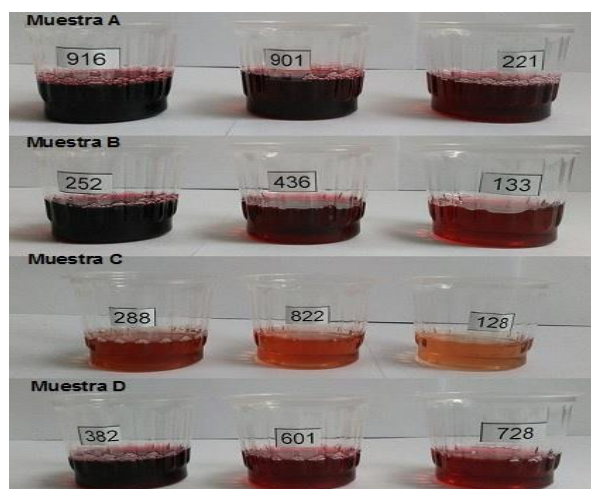


Figura 3.17. Muestras degustadas por los panelistas de cada una de las muestras a sus respectivas concentraciones.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los resultados obtenidos se realiza por medio del análisis ANOVA. En la Tabla 3.16 se presentan los resultados obtenidos de la prueba, luego de haber sido calificados. A partir de los resultados reflejados en la tabla, se realizan los cálculos para determinar el valor de la distribución F calculada, a partir de la cual se realizan el análisis de dichos resultados.



Figura 3. 18. Panelista realizando las pruebas hedónicas para determinación de concentración de trabajo, por muestra.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.16. Puntuaciones obtenidas según dilución de concentrado por muestra.

Panelista	Muestra A			Muestra B			Muestra C			Muestra D			Total	Panelistas al cuadrados
	[221]	[901]	[916]	[133]	[436]	[252]	[128]	[822]	[288]	[728]	[601]	[382]		
	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%		
A	3	4	3	3	2	1	2	4	2	5	3	1	33	1089
B	4	5	5	3	3	4	4	4	4	3	5	3	47	2209
C	4	4	5	3	4	5	3	3	2	4	3	4	44	1936
D	4	4	2	5	3	5	2	1	2	2	4	2	36	1296
E	4	3	4	4	5	5	3	3	2	4	5	5	47	2209
F	2	2	3	3	4	4	1	1	3	2	2	2	29	841
G	5	4	3	4	4	5	4	3	3	5	5	2	47	2209
H	4	2	3	4	3	4	3	4	1	5	3	2	38	1444
I	3	5	4	3	4	5	2	3	2	1	3	2	37	1369
J	4	3	4	4	5	2	2	3	3	2	3	3	38	1444
K	4	4	5	3	2	5	2	2	3	1	4	4	39	1521

(Continúa.)

Tabla 3.16. Puntuaciones obtenidas según dilución de concentrado por muestra (Continuación)

Panelista	Muestra A			Muestra B			Muestra C			Muestra D			Total	Panelistas al cuadrados
	[221]	[901]	[916]	[133]	[436]	[252]	[128]	[822]	[288]	[728]	[601]	[382]		
	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%		
L	5	5	2	4	4	5	4	4	4	4	4	5	50	2500
M	4	4	3	5	3	4	2	3	4	5	4	2	43	1849
N	4	4	2	4	5	5	1	2	2	4	5	2	40	1600
O	1	2	1	4	4	4	1	1	1	2	4	2	27	729
P	4	3	3	4	3	2	3	4	3	5	4	3	41	1681
Q	4	4	4	4	4	4	3	2	2	5	4	2	42	1764
R	2	2	2	4	5	3	3	3	2	2	2	2	32	1024
S	3	3	4	4	3	4	2	2	2	3	5	3	38	1444
T	2	3	4	2	4	4	3	4	4	3	5	4	42	1764
U	2	5	5	3	4	4	3	4	4	2	5	4	45	2025

(Continúa.)

Tabla 3.16. Puntuaciones obtenidas según dilución de concentrado por muestra (Continuación)

Panelista	Muestra A			Muestra B			Muestra C			Muestra D			Total	Panelistas al cuadrados
	[221]	[901]	[916]	[133]	[436]	[252]	[128]	[822]	[288]	[728]	[601]	[382]		
	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%		
V	3	4	5	4	3	4	4	4	4	2	3	4	44	1936
W	2	4	5	2	3	5	4	2	3	2	3	4	39	1521
X	4	4	5	2	3	3	3	3	2	4	5	4	42	1764
Y	4	4	4	3	3	2	2	2	3	4	3	2	36	1296
Z	3	3	4	4	3	4	2	3	2	2	4	2	36	1296
Total	88	94	94	92	93	102	68	74	69	83	100	75		
Muestras o Tratamientos cuadrados	7744	8836	8836	8464	8649	10404	4624	5476	4761	6889	10000	5625		

Fuente: Elaboración propia.

Se procede al cálculo de los valores de estadísticos de F, para el análisis de varianza (ANOVA), el ejemplo de cálculo se encuentra en el anexo 9. Los datos se encuentran resumidos en la tabla 3.17.

Tabla 3.17. Tabla de análisis de varianza para prueba hedónica, para determinación de dilución.

FUENTE DE VARIACION	gl ¹	SC ²	CM ³	RELACION F	
				CALCULADA	TABULADA (p≤0.05)
Tota (T)	311	1342.46			
Tratamiento (Tr)	11	59.85	5.44	1.23	1.88
Panelista (P)	25	66.46	2.66	0.60	1.60
Error (E)	275	1216.15	4.42		

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores que se encuentran en la tabla 3.17 se puede observar, para los tratamientos o muestras, el valor de F tabulado mayor que F calculado, por lo que no se encuentran diferencias significativas entre puntajes hedónicos promedio para las 12 muestras de diluciones de concentrados de Rosa de Jamaica.

En el caso de los panelistas se observa que el valor de F tabulado es mayor que F calculado, por ello no se encontró un efecto significativo de las variaciones de concentración de concentrado de Rosa de Jamaica para los panelistas.

El análisis global de la prueba indica que los panelistas, no se inclinaron marcadamente hacia alguna dilución en específico, por lo cual la selección de la

¹ gl: Grados de Libertad.

² SC: Suma de cuadrados

³ CM: Valor cuadrático medio.

dilución se realiza por medio de la verificación de la suma de los puntajes por dilución de cada muestra como elección de dilución de trabajo para las siguientes pruebas sensoriales.

A partir de los resultados obtenidos en el análisis de varianza ANOVA, se determina que los porcentajes de dilución de concentrado de cada muestra, a usarse en el refresco de forma preliminar en la siguiente etapa de análisis sensoriales, indica los siguientes resultados:

- Muestra A 30%
- Muestra B 40%
- Muestra C 30%
- Muestra D 30%

3.2.2 Establecimiento de clasificación de muestras.



Figura 3.19. Diluciones de las cuatro muestras en estudio, para prueba de aceptabilidad por ordenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Se procede al establecimiento de la clasificación de las cuatro muestras en estudio en la investigación aplicándose una prueba de aceptabilidad por ordenamiento, auxiliándose de los resultados obtenidos en la prueba hedónica, en la cual se determinó la concentración a ser empleada en el refresco para cada una de las muestras. Las muestras presentadas a los panelistas en la figura 3.19.

El panel sensorial se realizó en las Instalaciones de la Universidad de El Salvador, en la Facultad de ingeniería y Arquitectura. En la que participaron 25 panelistas entre las edades de 19 y 32 años, los cuales el 40% son del sexo femenino y el 60% del sexo masculino. En la tabla 3.18 se presenta los de puntos obtenidos.

Tabla 3.18. Puntuaciones por muestra de refresco

Panelista	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D
	[120]	[460]	[724]	[844]
A	1	4	2	3
B	2	3	4	1
C	2	1	4	3
D	1	4	3	2
E	4	2	3	1
F	2	1	4	3
G	2	3	4	1
H	1	4	3	2
I	2	3	4	1
J	4	1	3	2
K	2	4	1	3
L	3	2	4	1
M	3	1	4	2
N	2	4	3	1
O	2	1	4	3
P	3	2	4	1
Q	3	2	4	1
R	3	2	4	1
S	3	1	4	2
T	2	3	4	1
U	4	3	2	1
V	2	1	3	3
W	2	3	4	1
X	1	2	4	2
Y	1	3	4	2
Suma	57	60	87	44

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis estadístico de los resultados, realiza la prueba de chi cuadrado según la ecuación 2.22 presentada a continuación:

$$X_{exp}^2 = \frac{12}{nK(K+1)} * \sum_{i=1}^K Ri^2 - 3n(K+1)$$

$$X_{exp}^2 = \frac{12}{25 * 4(4+1)} * (572 + 602 + 872 + 442) - 3 * 25(4+1)$$

$X_{exp}^2 = 17.496$ el cual es un valor encontrado de forma experimental, que se utiliza como para ser comparado con un valor tabulado del anexo 4.C. Para la lectura de los datos se calculan los siguientes valores por medio de la ecuación 2.23:

Grados de libertad= $K-1$

Grados de libertad= $4-1$

Grados de libertad=3

Por medio de la intercepción de 3 grados de libertad y un área de cola del 0.05, el valor de X_{tab}^2 es de 7.815.

Comparando los valores de X^2 , X_{exp}^2 es de 17.496 y X_{tab}^2 es de 7.815 el valor de X^2 experimental es mayor que el de tablas, por lo que las muestras son diferentes para un nivel de significancia del 95%. Por ellos es necesario determinar cuáles son los tratamientos o muestras diferentes, a través del cálculo de la diferencia mínima significativa (DMS).

Para encontrar el valor Q se busca en la tabla del anexo 4.B, a un valor de grados de libertad de 4 y a un area de cola del 0.05, siendo Q un valor de 9.488. Se sustituye en la ecuación 2.24.

$$DMS = Q \sqrt{\frac{nK(K + 1)}{12}}$$

$$DMS = (9.488) \sqrt{\frac{(25)(4)(4 + 1)}{12}}$$

$$DMS = 61.24$$

Luego se aplica un cálculo de diferencia entre cada una de las combinaciones posibles de los tratamientos o muestras, para compararlos cada uno con el valor obtenido de DSM, presentados en forma de resumen en la tabla 3.19.

Tabla 3.19. Tabla comparativa para análisis de prueba de aceptabilidad.

CODIFICACION DE MUESTRAS	DIFERENCIAS ENTRE LAS SUMATORIAS TOTALES POR MUESTRAS	COMPARACION DE LA DIFERENCIA DE SUMATORIAS TOTALES CON EL VALOR DE DSM⁴
[120]-[460]	57 - 60= 3	3 < 61.24
[724]-[120]	87 - 57= 30	30 < 61.24
[844]-[120]	44 - 57= 13	13 < 61.24
[724]-[460]	87 - 60= 27	27 < 61.24
[724]-[844]	87 - 44= 43	43 < 61.24
[460]-[844]	60 - 44= 16	16 < 61.24

Fuente: Elaboración propia.

⁴ DSM: diferencia mínima significativa

Se concluye que las cuatro muestras en estudio no difieren significativamente sus sabores, ya que para las diferentes combinaciones de las sumas de las muestras son inferiores al valor de diferencia mínima significativa (DMS).

Sin embargo, se establece una clasificación de acuerdo a la suma de los totales de las muestras de forma inversa, es decir, que la muestra más gustada es la que posee la sumatoria total más baja, ya que según las puntuaciones el valor de 1 es la muestra que tiene el sabor más aceptable hasta el valor de 4 que es la que posee la puntuación menos aceptable. Por lo cual en este caso la puntuación de 44 es la muestra que tiene el primer lugar de la clasificación, mientras que el cuarto lugar de la clasificación es la muestra que posee una suma total de 87 puntos. Dicha clasificación de muestra a continuación:

Primer lugar: Muestra D

Segundo lugar: Muestra A

Tercer lugar: Muestra B

Cuarto lugar: Muestra C

A través de esta clasificación se determina que la muestra a utilizar para la formulación principal del refresco es la muestra D, debido a que posee el primer lugar en la clasificación.

3.2.3 Formulación de refresco imitador.

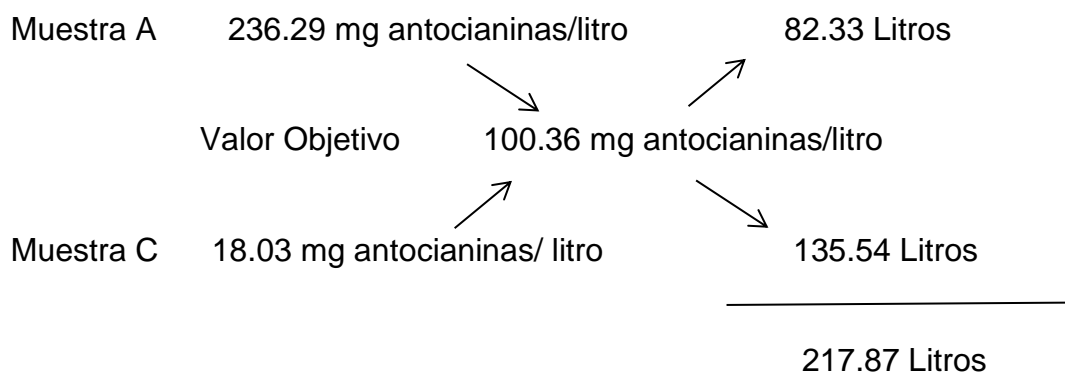
Para establecer una formulación imitadora se utilizó la metodología del Cuadrado de Pearson, para el cual se considera la cantidad de antocianinas que contiene la muestra de Rosa de Jamaica de la formulación principal, es decir, la cantidad de antocianinas contenida en la muestra D porque fue seleccionada como la primera en la clasificación, contiene 100.36 mg/litro de antocianinas, para una concentrado de 25 gramos de Rosa de Jamaica y 935 gramos de agua.

Se toman las muestras que quedaron en segundo, tercer y cuarto lugar, de ellos se seleccionan la muestra A porque posee un alto contenido de antocianinas y, la muestra C que posee un bajo contenido de antocianinas. Con esta combinación se pretende alcanzar el mismo contenido de antocianinas que la muestra D.

Se fija el objetivo de 100.36 mg de antocianinas/litro de concentrado, que es el valor correspondiente a la muestra D, debido a que dicha muestra es la que posee la mayor aceptación por parte de los panelistas al realizar la prueba de aceptabilidad. Para aplicar el Cuadro de Pearson se emplea un concentrado con 236.29 mg de antocianinas/litro correspondiente a la muestra A y se mezclará con un concentrado que cuenta con 18.03 mg de antocianinas/litro que corresponden a la muestra C.

El cálculo según la metodología del Cuadro de Pearson, se muestra a continuación:

Por lo que se tiene lo siguiente:



Esto significa que para elaborar 217.87 Litros de formulación imitadora con 100.36 mg de antocianinas, se requiere mezclar 82.33 Litros de muestra A y 135.93 Litros de muestra C. Es decir, que al mezclar la proporción de 37.6% de concentrado A con 62.4% de concentrado C y aplicándoseles una conversión a gramos de cálices de Rosa de Jamaica, significaría que en el proceso de ebullición se requieren 9.4 gramos de cálices de Rosa de Jamaica de muestra A junto con 15.6 gramos de

cálices de Rosa de Jamaica de muestra C, para obtener el concentrado con la cantidad de antocianinas equivalentes al concentrado de la formulación principal.

3.2.4 Determinación del contenido de azúcar.

La determinación de contenido de azúcar para la formulación del refresco, se inicia mediante la propuesta de los porcentajes de concentración de azúcar que serán evaluados en el análisis sensorial, las concentraciones sometidas a evaluación son: 5%, 10% y 15%. Para evaluar las concentraciones de azúcar esta se diluye al porcentaje de dilución que se ha establecido previamente para la muestra D del concentrado en el agua, esto con la finalidad de que los panelistas realicen las pruebas con la percepción sensorial que tendrían del refresco formulado. Al mismo tiempo los panelistas son sometidos de igual manera a la formulación imitadora para que seleccionen la concentración de azúcar que les parece más agradable. Luego estos datos son sometidos a la evaluación estadística correspondiente a la metodología seleccionada.

La metodología aplicada es la Prueba Hedónica, a un panel sensorial en las instalaciones de la Universidad de El Salvador, en la Facultad de ingeniería y Arquitectura. El panel se encuentra conformado por 24 panelistas, entre los cuales el 46% eran del sexo femenino y 54% del sexo masculino, cuyas edades rondan los 19-30 años. En la tabla 3.20, se presenta la conversión de las cinco categorías a puntuaciones por panelista para cada una de las 6 muestras.

Tabla 3.20. Puntuaciones obtenidas para cada muestra en prueba de aceptabilidad por ordenamiento.

Panelistas	Muestra D			Imitador			Total panelistas	Media de los panelistas	Panelistas cuadrado
	[560]	[145]	[724]	[232]	[458]	[660]			
A	4	5	5	3	5	4	26	4.33	676
B	4	1	1	3	4	2	15	2.50	225
C	4	4	5	2	4	5	24	4.00	576
D	2	4	5	2	4	4	21	3.50	441
E	2	4	4	3	4	5	22	3.67	484
F	4	5	2	1	5	4	21	3.50	441
G	2	4	3	3	5	4	21	3.50	441
H	3	5	5	1	4	5	23	3.83	529
I	4	2	5	2	4	5	22	3.67	484
J	3	4	5	2	4	5	23	3.83	529
K	3	4	2	2	5	3	19	3.17	361
L	3	2	4	1	4	1	15	2.50	225
M	4	5	5	3	4	5	26	4.33	676
N	1	1	4	1	5	2	14	2.33	196
O	2	2	4	5	3	1	17	2.83	289
P	3	4	4	2	3	5	21	3.50	441

(Continúa)

Tabla 3.20. Puntuaciones obtenidas para cada muestra en prueba de aceptabilidad por ordenamiento (Continuación).

Panelistas	Muestra D			Imitador			Total panelistas	Media de los panelistas	Panelistas cuadrado
	[560]	[145]	[724]	[232]	[458]	[660]			
Q	3	4	4	2	4	4	21	3.50	441
R	3	4	2	1	4	1	15	2.50	225
S	3	4	5	3	4	5	24	4.00	576
T	3	5	4	1	4	5	22	3.67	484
U	2	2	5	3	4	5	21	3.50	441
V	4	5	5	4	5	5	28	4.67	784
W	1	5	5	1	4	5	21	3.50	441
X	5	3	4	2	5	4	23	3.83	529
Total de tratamientos	72	88	97	53	101	94			
Media de los tratamientos	3.00	3.67	4.04	2.21	4.21	3.92			
Tratamientos cuadrados	5184	7744	9409	2809	10201	8836			

Fuente: Elaboración propia.

El ejemplo de cálculo para el análisis estadístico para la prueba hedónica se encuentra establecido en el anexo 9. Por medio de la recopilación de los datos calculados, se prosigue a la elaboración de la tabla 3.21, la cual contiene los datos de libertad (gl), valor cuadrático medio (CM) y suma de cuadrados (SC).

Tabla 3.21. Tabla de análisis de varianza para prueba hedónica, para determinación de contenido de azúcar.

FUENTE DE VARIACION	gl	SC	CM	RELACION F	
				CALCULADA	TABULADA ($p \leq 0.05$)
Tota (T)	143	247.99			
Tratamiento (Tr)	5	69.95	13.99	12.71	2.31
Panelista (P)	23	51.49	2.24	2.03	1.64
Error (E)	115	126.55	1.1		

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores que se encuentran en la tabla 3.21 se analiza que para los tratamientos o muestras, el valor de F tabulado menor que F calculado tanto para los tratamiento o muestras como entre los penalistas, por lo que se encuentra diferencias significativas entre los resultados de agrado o desagrado entre los valores de las medias; es decir, que se encontraron un alejados de las medias las puntuaciones totales. Esto significa que los panelistas si encontraron diferencias en el sabor de cada una de los tratamientos o muestras, así como también existen diferencias significativas entre los resultados de cada uno de los panelistas. Por lo cual, se aplica la prueba de amplitud múltiple de Duncan que permite conocer que tan significativas son estas diferencias entre las muestras.

Primero se ordenan de forma descendente las muestras de acuerdo a la magnitud con respecto a la media de la siguiente forma:

Muestra de refresco	[458]	[724]	[660]	[145]	[560]	[232]
Medias de las puntuaciones de los tratamientos o muestras.	4.21	4.04	3.92	3.67	3.00	2.21

Previo al análisis de los datos, se realiza una comparación entre el cálculo de las diferencias correspondientes a los valores de las medias que se han ordenado de forma descendente, se calcula la diferencia del valor media superior con el valor de media inferior, realizándose este mismo cálculo de forma sucesiva siempre iniciando con el valor de media mayor con los valores siguientes. En la tabla 3.22 se encuentra el resumen de dichos cálculos.

Tabla 3.22. Tabla comparativa entre las diferencias de las muestras.

DIFERENCIAS SEGÚN CODIGO DE MUESTRAS	CALCULO DE DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LAS MUESTRAS
[458] - [232]	$4.21 - 2.21 = 2.00$
[458] - [560]	$4.21 - 3.00 = 1.21$
[458] - [145]	$4.21 - 3.67 = 0.54$
[458] - [660]	$4.21 - 3.92 = 0.29$
[458] - [724]	$4.21 - 4.04 = 0.17$

Fuente: Elaboración propia.

Se procede al cálculo del valor Q, a partir de las lecturas de la tabla que se encuentra en el anexo 4.B, empleándose un valor de grados de libertad del error $gl(E)$ de 115 para medias de dos, debido a que dos es el valor de mayor diferencia entre las medias de la tabla 2.22, aplicándose un nivel de significancia del 95% para las lecturas en tabla.

El valor de grados de libertad del error 115, no se encuentra directamente en las tablas del anexo 4.B, Por lo que interpola para la media 2 con valores de grados de libertad de 60 y 120.

Denominador	Valor Q
60	2.829
115	X
120	2.8

Se procede al cálculo del valor de amplitud con la ecuación 2.21:

$$\text{Amplitud} = Q \sqrt{\frac{CM(E)}{t}}$$

$$x = \left(\frac{115 - 60}{120 - 60} \right) (2.829 - 2.8) + 2.8$$

$$\underline{x = 2.802}$$

$$\text{Amplitud} = QCM(E) t$$

$$\text{Amplitud} = 2.802 \sqrt{\frac{1.1}{24}}$$

$$\text{Amplitud} = (2.802)(0.214)$$

$$\text{Amplitud} = 0.599$$

Se realizan comparaciones entre las diferencias y el valor de la amplitud calculada, para determinar en qué valores se generó la diferencia más marcada entre los resultados de las muestras evaluadas, como puede observarse en la tabla 3.23.

Tabla 3. 23. Comparación de diferencias- valores de amplitud

CODIGO DE MUESTRAS	MUESTRA	CALCULO DE DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LAS MUESTRAS	COMPARACION DE DIFERENCIAS ENTRE LAS MUESTRAS CON LA AMPLITUD
[458] - [232]	[10% Imitador]- [5% Imitador]	4.21 – 2.21= 2.00	2.00> 0.59
[458] - [560]	[10% Imitador]- [5% muestra D]	4.21 – 3.00= 1.21	1.21>0.59
[458] - [145]	[10% Imitador]- [10% muestra D]	4.21 – 3.67= 0.54	0.54<0.59
[458] - [660]	[10% Imitador]- [15% Imitador]	4.21 – 3.92= 0.29	0.29<0.59
[458] - [724]	[10% Imitador]- [15% muestra D]	4.21 – 4.04= 0.17	0.17<0.59

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la tabla 3.23 indica que entre las concentraciones de azúcar entre las cuales si demostraron que existían diferencias marcadas entre los resultados, es debido a que la amplitud es mayor que la diferencia de las medias entre las muestras, esto se observa entre las percepciones de los panelistas con respecto a las muestras del 10% de azúcar del refresco imitador en comparación con el 10% muestra D, 15% refresco imitador y 15% muestra D.

También se concluye que a partir de los promedios totales por muestra cantidad de azúcar a ser utilizado para el refresco de la muestra D es de 15% y para la muestra imitadora del 10%.

3.2.5 Evaluación de formulación principal y formulación imitadora.

Por medio de la prueba triangular se determina, si los panelistas son capaces de identificar la diferencia entre la formulación principal a proponer y una formulación imitadora. Lo que se pretende es establecer una formulación imitadora que pudiera emplearse en el caso que fuese insuficiente la cantidad de Rosa de Jamaica de la muestra D.

a) Selección de panelistas.

El proceso de selección de panelistas se realizó a alumnos de la Universidad de El Salvador, entre personas cuyas edades rondan de 19 a 25 años, como se muestra en la figura 3.20. El número de candidatos de esta etapa fueron 25 personas de las cuales el 35% fueron del sexo femenino y el 65% fueron del sexo masculino.



Figura 3.20. Proceso de selección de panelistas.

Fuente: Elaboración propia.

Los panelistas son sometidos a pruebas, que tienen como objetivo determinar la agudeza sensorial de los participantes. Las pruebas son: Prueba de sabores básicos, Prueba umbral del sabor, prueba de color y prueba de Ishihara. La boleta de evaluación se encuentra en el anexo 3.C.

La primera prueba realizada es la identificación de sabores básicos, cuyos sabores evaluados son: dulce, salado, ácido y amargo. A los candidatos se les presenta seis muestras: una muestra con sabor ácido, una con sabor amargo, dos con sabor dulces y dos con sabor salado; se repite sabor dulce y salado para disminuir la posibilidad que el candidato seleccione los sabores básicos por descarte. Los resultados de la prueba se encuentran tabulados en la tabla 3.24 y sus valores representados gráficamente en la figura 3.21.

Tabla 3.24. Resultados identificación de sabores básicos

SABOR	RESPUESTA CORRECTAS	RESPUESTAS INCORRECTAS
Dulce	25	0
Salado	23	2
Acido	20	5
Amargo	21	4
Acido*	14	11
Dulce*	23	2

Fuente: Elaboración propia

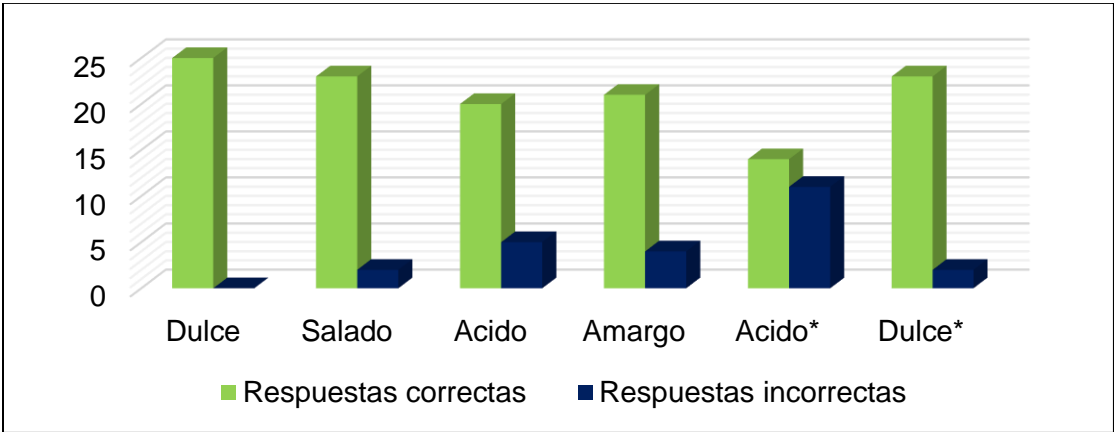


Figura 3.21. Gráfica de resultado obtenido en prueba de identificación sabores básicos.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente prueba que se encuentra en la boleta fue la determinación del umbral del sabor, dividiéndose en umbral del sabor ácido y umbral del sabor dulce, ya que son las características sensoriales a evaluar para el refresco. Para el umbral del sabor ácido, los resultados obtenidos se encuentran representados en la tabla 3.25, y para una mejor visualización de los resultados de forma gráfica en la figura 3.22. Las diluciones presentadas a los candidatos fueron del 0.2%, 0.4%, 0.6% y agua. Se les pidió a los candidatos que ordenaran las muestras en orden descendente.

Tabla 3.25. Resultados de umbral del sabor ácido

CONCENTRACIÓN	RESPUESTAS CORRECTAS	RESPUESTAS INCORRECTAS
Acido 0.6%	23	2
Acido 0.4%	19	6
Acido 0.2%	20	5
Agua	25	0

Fuente: Elaboración propia.

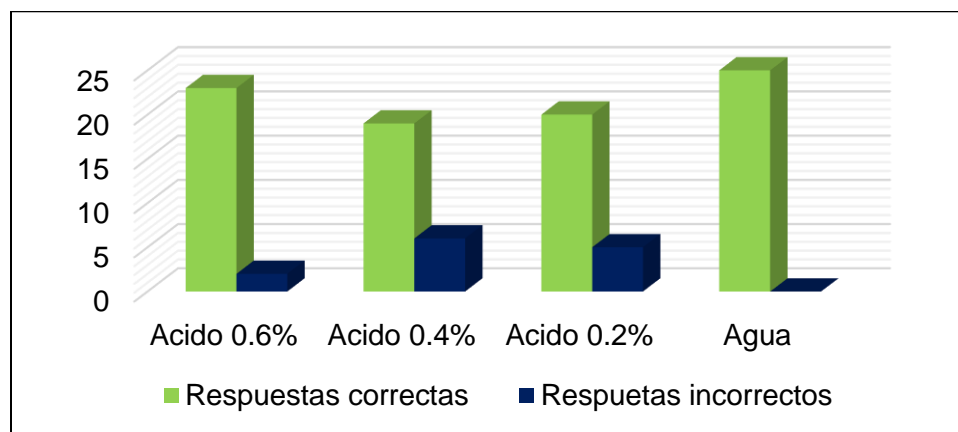


Figura 3.22. Gráfica de resultados en prueba umbral del sabor ácido.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se identifica que a los candidatos se les dificultó un poco percibir la diferencia en el sabor ácido al 0.4% a 6 de los 25 candidatos. Al calificar la boleta son aprobados los candidatos que tengan el 80% de respuestas correctas.

La siguiente prueba del umbral del sabor fue la correspondiente al sabor dulce. Los resultados obtenidos se encuentran representados en la tabla 3.26, y para una mejor visualización de los resultados de forma gráfica en la figura 3.23. Las diluciones presentadas a los candidatos fueron del 1%, 3%, 5% y agua. Se les pidió a los candidatos que ordenaran las muestras en orden ascendente.

Tabla 3.26: Resultados umbral del sabor dulce

CONCENTRACIÓN	RESPUESTAS CORRECTAS	RESPUESTAS INCORRECTAS
Agua	24	1
Dulce 1%	22	3
Dulce 3%	22	3
Dulce 5%	23	2

Fuente: Elaboración propia.

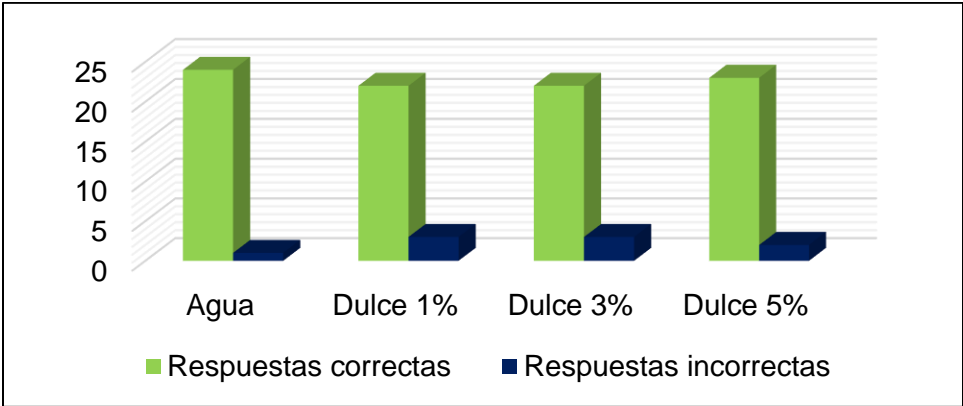


Figura 3.23. Gráfica de resultados en prueba umbral del sabor dulce

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se identifica que a los candidatos se les dificulto un poco percibir la diferencia entre la concentración de azúcar al 1% y 3% a 3 de los 25 candidatos. Al calificar la boleta son aprobados los candidatos que tengan el 80% de respuestas correctas.

En las siguientes etapas de la papeleta se encuentra reflejadas pruebas de identificación de colores primarios. La primera prueba consiste en la preparación de soluciones coloreadas a diferente concentración, pidiéndoles a los candidatos que las ordenaran de menor a mayor intensidad para evaluar si son capaces de percibir diferencias de color. Los resultados obtenidos se presentan la tabla 3.27, y para una mejor visualización de forma gráfica en la figura 3.24.

Tabla 3.27. Resultados percepción de diferencias de color

CONCENTRACIÓN	RESPUESTAS CORRECTAS	RESPUESTAS INCORRECTAS
Color 1	25	0
Color 2	25	0
Color 3	25	0
Color 4	25	0

Fuente: Elaboración propia.

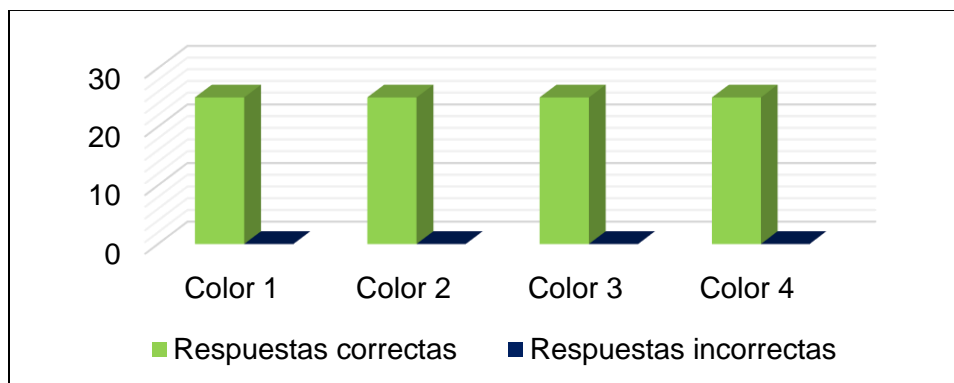


Figura 3.24. Gráfica de resultados de diferencias en intensidad del color

Fuente: Elaboración propia.

La última prueba es la prueba de Ishihara, la cual consiste en mostrar al panelista una serie de imágenes en la que tiene que identificar el número que se encuentra en dicha imagen, y así determinar si el candidato posee alguna afección visual. Los resultados obtenidos se encuentran representados en la tabla 3.28, y para una mejor visualización gráficamente en la figura 3.25.

Tabla 3.28. Resultados Prueba de Ishihara

NUMERO DE RESPUESTAS CORRECTAS	CANTIDAD DE CANDIDATOS
21 respuestas correctas	6
20 Respuestas correctas	13
19 Respuestas correctas	6

Fuente: Elaboración propia.

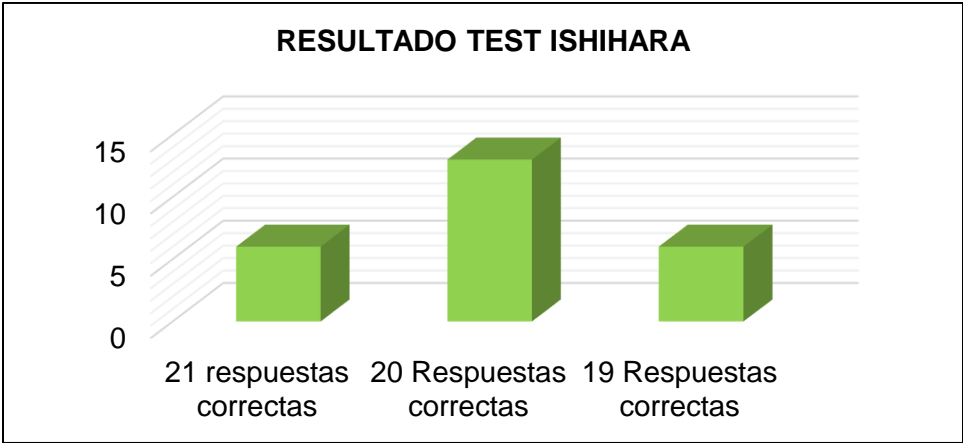


Figura 3.25. Gráfica de resultados en prueba de Ishihara

Fuente: Elaboración propia.

A partir de todas las pruebas realizadas se determina que de los 25 candidatos sometidos a dichas pruebas se seleccionan a 9, debido a que son los que cumplen con los requisitos de calificación.

b) Aplicación de Prueba triangular.

A los 9 panelistas seleccionados, se aplica la prueba triangular. Para dicha prueba posible realizar 6 combinaciones diferentes entre las muestras, con el objetivo que cada panelista tenga la misma posibilidad de recibir cualquier de los posibles órdenes y evitar la duplicidad de información entre los panelistas. Donde la letra A indicara a la muestra D y la letra B a la muestra imitadora. Las diferentes combinaciones se encuentran en la tabla 3.29.

Tabla 3.29. Ordenes de presentación a panelista de prueba triangular

NÚMERO DEL PANELISTA	ORDEN DE PRESENTACION DE MUESTRA		
	Primero	Segundo	Tercero
1	888(A)	900(A)	390(B)
2	390(B)	888(A)	900(A)
3	888(B)	900(B)	390(A)
4	900(A)	390(B)	888(A)
5	888(B)	390(A)	900(B)
6	390(A)	888(B)	900(B)
7	888(B)	390(A)	900(B)
8	888(A)	900(A)	390(B)
9	390(A)	888(B)	900(B)

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se procede a la calificación de las boletas, marcándose como correcta con el símbolo (+) y con el símbolo (-) si la respuesta es incorrecta. En la tabla 3.30 se encuentra la tabulación de datos. En la figura 3.26 se presentan los panelistas seleccionados realizando la prueba.

Tabla 3.30. Datos de Prueba Triangular

PANELISTA	RESULTADOS
1	+
2	+
3	-
4	+
5	-
6	-
7	-
8	+
9	-
Total de respuestas correctas	4

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo 4.D se encuentra el nivel de significancia comparando el número total de respuestas correctas representadas con la letra “X”, con el número total de panelistas representados por la letra “n”. Para el caso particular número de respuestas correctas es de 4 y el total de panelistas 9. Tomándose en cuenta que la probabilidad de elección por parte de los panelistas es de $1/3(0.33)$, ya que de tres muestras el panelistas selecciona una de ellas. En la tabla del anexo 4.D no existe una lectura directa a la probabilidad de éxito (p) de se procederá a una interpolación por medio de la ecuación 2.20 entre los valores de probabilidad 0.30 y 0.35.



Figura 3.26. Panelistas seleccionados, para prueba triangular.

Fuente: Elaboración propia.

Probabilidad de éxito p	Probabilidad
0.30	0.1715
0.33	X
0.35	0.2194

$$x = \left(\frac{0.33 - 0.30}{0.35 - 0.30} \right) (0.2194 - 0.1715) + 0.1715$$

$$x = 0.2002$$

El valor calculado 0.2002 es la probabilidad de éxito (p) en la metodología, si el valor de probabilidad calculado se encuentra en el valor de probabilidad 0.05 o menos indica que los panelistas si fueron capaces de percibir diferencias significativas entre ambas muestras. Pero para este caso, ya que la probabilidad calculada es de 0.2002, significa que los panelistas no fueron capaces de identificar diferencias significativas entre la formulación principal y la imitadora por lo que la formulación imitadora es una opción a seguir si no que encuentra con las materias primas suficientes para el procesamiento de la formulación principal.

3.2.6. Análisis de resultados: Formulación de refresco.

Por medio de los diversos análisis sensoriales realizados, se establece que la muestra de concentrado elaborado a partir de los cálices de la muestra D es la seleccionada para la formulación principal del refresco cuya participación es a una concentración del 30%, a una concentración de azúcar del 15%. En el caso de la formulación imitadora los cálices seleccionados para la elaboración de concentrado son las muestras A y C, utilizado a una participación del 30%, y una concentración de azúcar del 10%.

A continuación se presenta el contenido porcentual de cada formulación en la tabla 3.31.

Tabla 3.31. Contenido porcentual de ingredientes por formulación

FORMULACION PRINCIPAL		FORMULACION IMITADORA	
INGREDIENTE	PORCENTAJE DE CONTENIDO	INGREDIENTE	PORCENTAJE DE CONTENIDO
Concentrado muestra D	30%	Concentrado mezcla muestra A (37.6%) y muestra C (62.4%)	30%
Azúcar	15%	Azúcar	10%
Agua	55%	Agua	60%

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se realizó un proceso de análisis fisicoquímicos de las muestras basado en la norma NSO 67.18.01:01: Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones. Con el objetivo de verificar si cumple con dichos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la muestra elaborada a partir de la formulación principal. Estos resultados se presentan en las tablas 3.32 y 3.33.

A partir de los análisis fisicoquímicos, se verifica que el refresco elaborado si cumple con los parámetros establecidos con la norma en lo que concierne al contenido de solubles, acidez titulable y pH, sin embargo, esta no se cumple con respecto a la cantidad de solidos totales, esto se debe a que la norma empleada es general, ya que en ella se engloba néctares, jugos con pulpa entre otros. Teniendo las pulpas una cantidad de solidos totales mayor que los jugos.

Tabla 3.32. Resultados fisicoquímicos de refresco de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) formulado.

CARACTERISTICAS	REQUISITOS		RESULTADOS
	Mínimo	Máximo	
Solidos totales, en porcentaje en masa (m/m)	11	-	0.506
Solidos solubles por lectura refractométrica a 20°Celsius son corregir la acidez, en porcentaje masa (Grados Brix)	10	-	11.2
Acidez titulable, expresada como ácido cítrico anhidro, en porcentaje (m/v)	-	0.5	0.25
pH	2.4	4.4	2.8

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis microbiológicos para determinar si se cumple la inocuidad del refresco con respecto a los límites permitidos en la NSO 67.18.01:01: Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones. Dichos análisis se realizaron de forma externa en el Centro de Investigación y Desarrollo (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, reportándose estos resultados en el anexo 6.A. Los datos comparativos de los resultados se encuentran en la tabla 3.33:

Tabla 3.33. Resultados microbiológicos de refresco

DETERMINACION	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias aeróbicas mesófilos	Menor de 10 UFC/ml	Menor de 1000 UFC/ml
Mohos y Levaduras	Menor de 10 UFC/ml	Menor de 20 UFC/ml
Bacterias coliformes totales	Menor de 1.1 NMP/100 ml	Menor a 1.1 NMP/100 ml
Bacterias patógenas: <i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.


3.3 Determinación de vida de anaquel.

3.3.1 Microbiología predictiva.

Para establecer la vida útil del refresco y concentrado, se aplica la metodología de microbiología predictiva durante un periodo de tiempo de 12 horas. En el que se analiza al refresco y concentrado en sus dos posibles presentaciones de empaque, los cuales son Tereftalato de Polietileno (PET) y de Polietileno de alta densidad. Ambos empaques son evaluados a tres temperaturas diferentes las cuales son a 10, 20 y 30 grados Celsius, ya que se busca evaluar la influencia de la temperatura en la generación de microorganismos. En este caso en particular, la generación o crecimiento de microorganismos mesófilos. La evaluación es realizada para el caso del refresco y concentrado.

En la tabla 3.34 se presentan las condiciones bajo las cuales se lograran alcanzar las temperaturas requeridas para el análisis. Dichas temperaturas monitoreadas con el auxilio de termómetros.

Tabla 3.34. Lugares de establecimiento de muestras para regulación de temperatura de estudio

IMAGEN	DESCRIPCION DE LUGAR
	El lugar de almacenamiento a temperatura de 10 grados Celsius es un equipo de refrigeración. En la sección superior se encuentran las muestras de refresco y en la inferior el concentrado.

(Continúa)

Tabla 3.34. Lugares de establecimiento de muestras para regulación de temperatura de estudio (Continuación)



El lugar de almacenamiento a temperatura de 20 grados Celsius son las instalaciones del laboratorio con aire acondicionado. Al lado izquierdo se encuentran las muestras de refresco y en la derecha el concentrado.



El lugar de almacenamiento a temperatura de 30 grados Celsius es una estufa. En la sección superior se encuentran las muestras de refresco y en la inferior el concentrado.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizan diluciones cada 60 minutos simultáneamente para el refresco y concentrado de cada uno de los empaques propuestos, empleándose la metodología de siembra por placa vertida, dichas placas con medio de cultivo TSA (Trypticase Soya Agar). Las placas son incubadas durante 48 horas. El proceso de dilución se ejemplifica en la figura 3.27.



Figura 3.27. Procedimiento de dilución para concentrado y refresco.

Fuente: Elaboración propia.

Pasadas las 48 horas de incubación, se procede al conteo de las unidades formadoras de colonia, formadas durante ese periodo de tiempo. A partir de los datos obtenidos, se busca crear una curva de tendencia para la evaluación de la vida de anaquel aproximada de ambos productos según sus respectivos empaques. En la figura 3.29 se ejemplifica el proceso de conteo directo ya que el crecimiento microbiológico fue bastante bajo.



Figura 3.29. Conteo de placas

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos se presentan en las tablas 3.35 y 3.36 de las unidades formadoras de colonias del concentrado para cada uno de los tipos de empaque y, en las tablas 3.37 y 3.38 se presentan las unidades formadoras de colonias para el caso del refresco en los dos empaques en evaluación. En dichas tablas se indica la cantidad de microorganismos mesófilos que han crecido durante el periodo de tiempo que se establece en la metodología, relacionándose con la cantidad de mesófilos que han crecido en las tres temperaturas de estudio.

Tabla 3.35. Resultados de recuento de mesófilos en concentrado, para envase de Tereftalado de Polietileno (PET)

TIEMPO (minutos)	UFC/ml		
	10°C	20°C	30°C
0	0	0	0
60	0	0	0
120	0	0	0
180	0	0	1,000
240	0	0	0
300	1,000	0	0
360	0	0	0
420	0	0	0
480	0	1	0
540	0	0	0
600	0	0	0
660	0	2,000	2,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.36. Resultados de recuento de mesófilos en concentrado, para envase de Polietileno de baja densidad (HDPE)

TIEMPO (minutos)	UFC/ml		
	10°C	20°C	30°C
0	0	0	0
60	0	0	0
120	0	1,000	0
180	1,000	0	1,000
240	0	0	0
300	0	1,000	0
360	0	1,000	0
420	1,000	0	0
480	4,000	0	0
540	0	0	0
600	0	1,000	0
660	1,000	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.37. Resultados de recuento de mesófilos en refresco, para envase de Tereftalato de Polietileno (PET)

TIEMPO (minutos)	UFC/ml		
	10°C	20°C	30°C
0	0	0	0
60	0	0	0
120	0	0	0
180	0	1,000	0
240	0	0	0
300	0	0	0
360	0	0	0
420	0	0	0
480	0	0	0
540	0	1,000	0
600	0	1,000	0
660	2,000	0	2,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.38. Resultados de recuento de mesófilos en refresco, para envase de Polietileno de baja densidad (HDPE)

TIEMPO (minutos)	UFC/ml		
	10°C	20°C	30°C
0	0	2,000	0
60	0	0	0
120	0	1000	0
180	0	0	0
240	0	2,000	0
300	1,000	0	0
360	0		0
420	0	0	0
480	14, 000	56,000	1,000
540	0	47,000	6,000
600	0	0	70,000
660	1,000	2,000	0

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Aplicación de modelo de Monod-Hinshelwood.

De los datos obtenidos no se observa un crecimiento constante y con una tendencia marcada en ambos materiales de empaque. Lo que es apreciable son las diferencias entre los materiales de empaque bajo estudio. En el que se observa que en el empaque de Polietileno de baja densidad (HDPE) hubo un mayor crecimiento de microorganismos mesófilos en comparación con Tereftalato de Polietileno (PET).

Puede corroborarse que el empaque a seleccionar a través del conteo de las unidades formadoras de colonias es el empaque de Tereftalato de Polietileno (PET), debido a que en él, fue menor crecimiento microbiológico fue reportado, corroborándose de forma teórica la permeabilidad de cada uno de los empaques con respecto a la tabla 1.2.

Se realiza un procedimiento de correlación entre los datos obtenidos en la investigación “Aplicación de la Microbiología Predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos”. En dicha investigación se aplica la metodología de microbiología predictiva para la evaluación de la vida de anaquel en leche, cuyo almacenamiento se lleva a cabo a 4 grados Celsius contabilizando el crecimiento de microorganismos mesófilos. Para el caso en particular del refresco y concentrado se busca aplicar una correlación con respecto a la investigación en leche porque son productos almacenados bajo las mismas condiciones de temperatura y crecimiento de microorganismo a evaluar.

La vida de anaquel a evaluar bajo la correlación entre la investigación en leche y los resultados experimentales para el concentrado y refresco, se realizan con el crecimiento de microorganismos mesófilos en el Tereftalato de Polietileno (PET), ya que este material de empaque es el propuesto para el almacenamiento de concentrado y refresco.

a) Concentrado.

Para la determinación de la vida de anaquel es necesario determinar la velocidad de crecimiento específica (μ) para cada temperatura, obtenida de la ecuación 2.26:

$$\mu = \frac{(\ln N_f - \ln N_0)}{(t_f - t_0)}$$

Teniendo para el concentrado la temperatura de 10 °C

$$N_f = 1000$$

$$N_0 = 10$$

$$T_f = 660 \text{ minutos.}$$

$$\mu = \frac{\ln(1000) - \ln(10)}{660 - 0}$$

$$\mu = 0.006977 \frac{\ln ufc}{ml \cdot min}$$

De igual forma se calcula para 20 y 30 °C obteniendo los siguientes resultados presentados en la Tabla 3. 39

Tabla 3.39. Velocidad de crecimiento específico para cada temperatura en concentrado y envase PET.

Temperatura (°C)	$\mu \left(\frac{\ln ufc}{ml \cdot min} \right)$
10	0.0069
20	0.0080
30	0.0080

Fuente: Elaboración propia.

Luego de calcular el valor Tg a partir de la ecuación 2.27 para cada una de las temperaturas, se calcula su valor de Log₁₀, los datos se presentan en la Tabla 3.40.

Tabla 3.40. Valores Tg para cada temperatura en concentrado y envase PET.

Temperatura (°C)	Tg	Log ₁₀ Tg
10	99.3398	1.9971
20	86.3438	1.9362
30	86.3438	1.9362

Fuente: Elaboración propia.

A continuación e la Figura 3. 29 se grafica el valor de Log₁₀ Tg vs Temperatura

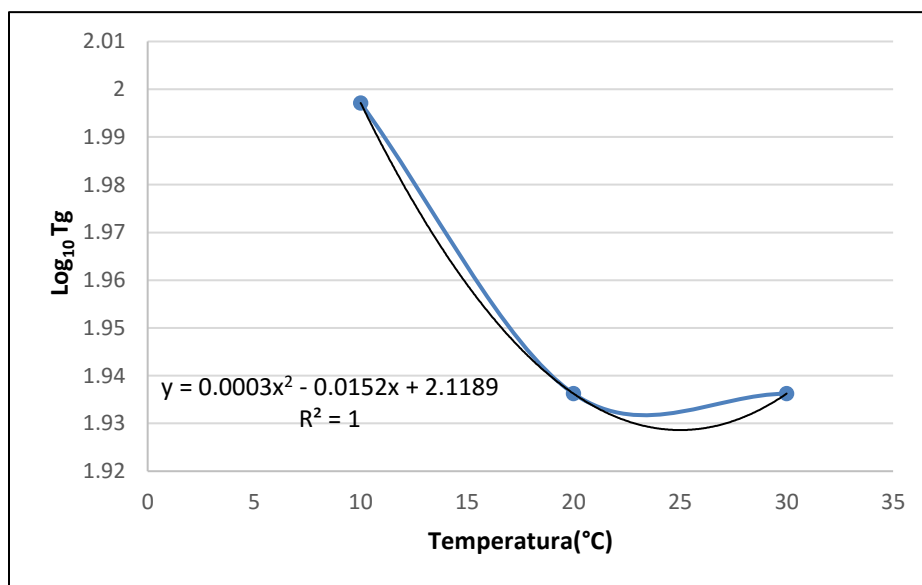


Figura 3.29: Relación entre el tiempo de generación vs temperatura de crecimiento en concentrado.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la ecuación de la recta calculamos el valor $\text{Log}_{10} T_g$ a 4°C

Sustituyendo valores se tiene

$$\text{Log}_{10} T_g = 0.0003x^2 - 0.0152x + 2.1189$$

$$\text{Log}_{10} T_g = 2.0629$$

$$T_g = 115.58$$

Una vez obtenido el valor de T_g a 4°C se sustituye en la ecuación 2.25

$$t_s = \frac{\log N_s - \log N_0}{\log 2} * T_g$$

Siendo N_s el valor de 1000 obtenido de la Tabla 1.9 como valor límite microbiológico permitido.

$$t_s = \frac{\log 1000 - \log 10}{\log 2} * 115.58$$

$$t_s = 767.896 \text{ minutos}$$

El valor en horas sería de 12.79 horas que corresponde a 0.53 días.

Dicho resultado no es lógico debido a que el concentrado de Rosa de Jamaica no puede arruinarse en la mitad de un día a una temperatura de refrigeración de 4°C , por lo que es necesario revisar bibliografía relacionada en la materia por lo que se revisaron los trabajos de Egberé O.J., Anuonye C.J., Chollom P.F., y Okpara P.V. sobre los efectos de las técnicas de preservación de dicha bebida. En dicha investigación se determinó una vida de anaquel utilizando la metodología de vida útil a tiempo real, mediante el monitoreo de las calidades fisicoquímicas y microbiológicas de la bebida resultando en un valor de 14 días para los refrescos de Rosa de Jamaica que hubieran sufrido un tratamiento térmico de pasteurización almacenados a temperatura ambiente, por lo que se propone un valor de 14 días como tiempo de vida útil para la bebida y almacenada a 4°C .

b) Refresco.

De igual forma se trabajará para el refresco de Rosa de Jamaica en envase PET. En ese caso se procede a obtener los valores de velocidad de crecimiento específicos a cada temperatura, de la misma forma en cómo se realizó para el caso del concentrado, tomándose dicho procedimiento como ejemplo de cálculo para el refresco, los resultados se presentan en la Tabla 3. 41.

Tabla 3.41: Velocidad de crecimiento específico para cada temperatura en refresco y envase PET.

Temperatura (°C)	$\mu\left(\frac{\ln ufc}{ml \cdot min}\right)$
10	0.0080
20	0.0077
30	0.0080

Fuente: Elaboración propia.

A partir de dichos valores, se procede a obtener el valor Tg y Log₁₀Tg para cada temperatura, los resultados se presentan en la Tabla 3. 42.

Tabla 3.42: Valores Tg para cada temperatura en concentrado y envase PET.

Temperatura (°C)	Tg	Log ₁₀ Tg
10	86.3438	1.9362
20	90.3089	1.956
30	86.3438	1.9362

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados $\text{Log}_{10}T_g$ se grafican vs los valores de Temperatura, como puede observarse en la figura 3.30.

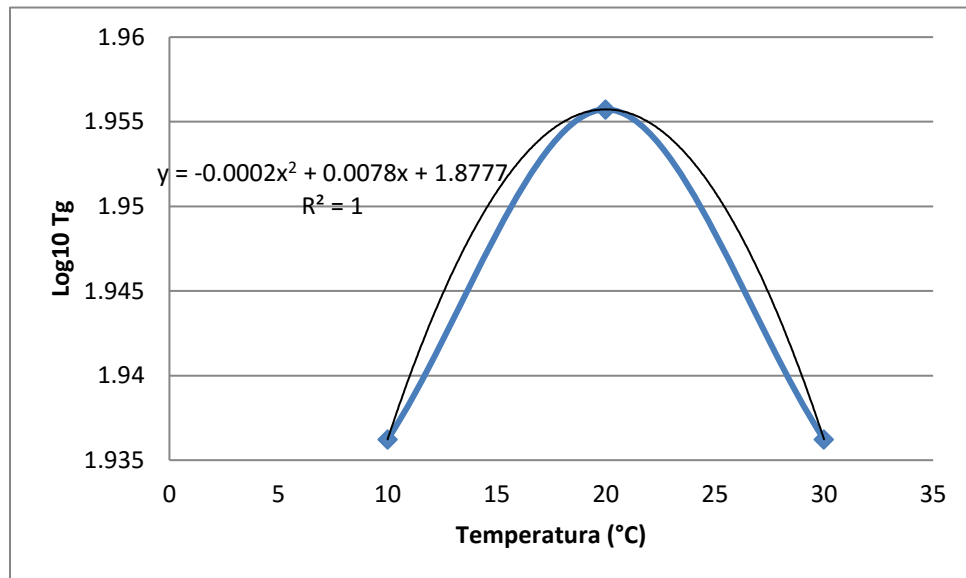


Figura 3.30: Relación entre el tiempo de generación vs temperatura de crecimiento en refresco.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la ecuación de la recta calculamos el valor $\text{Log}_{10} T_g$ a 4°C

Sustituyendo valores se tiene

$$\text{Log}_{10} T_g = -0.0002x^2 + 0.0078X + 1.8777$$

$$\text{Log}_{10} T_g = 1.9057$$

$$T_g = 80.48$$

Una vez obtenido el valor de T_g a 4°C se sustituye en la ecuación 2.25

$$t_s = \frac{\log N_s - \log N_0}{\log 2} * T_g$$

Siendo N_s el valor de 1000 obtenido de la Tabla 1.9 como valor límite microbiológico permitido.

$$t_s = \frac{\log 1000 - \log 10}{\log 2} * 80.48$$

$$t_s = 534.6975 \text{ minutos}$$

Lo que representa un valor de 8.91 horas o 0.3713 días.

Al igual que el concentrado de Rosa de Jamaica, el resultado obtenido no es lógico para un producto de las características fisicoquímicas como este, aunque es apreciable la disminución en la vida de anaquel del refresco comparada con la del concentrado; por lo que basado en los trabajos de investigación de Egbere O.J., Anuonye C.J., Chollom P.F., y Okpara P.V se propone un resultado de 14 días para el refresco de Rosa de Jamaica embotellado en material PET almacenado a 4°C.

4. PROCESO DE ELABORACIÓN DE REFRESCO Y CONCENTRADO.

4.1 Operaciones involucradas en el proceso elaboración del concentrado.

El proceso para la elaboración del concentrado, implica diversas operaciones divididas en: operaciones preliminares, conversión/conservación y operaciones auxiliares. Tomándose en cuenta que el concentrado es un producto final en sí mismo y materia prima/producto intermedio en la elaboración del refresco.

4.1.1 Operaciones preliminares.

a) Recepción y selección de las materias primas.

La operación de recepción y selección de materias primas, es vital de cara al producto final, ya que las materias son el primer eslabón dentro del proceso para obtener los parámetros esperados del producto final (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2009). La verificación de las materias primas en la elaboración del concentrado, toma como punto de partida las fichas técnicas de las materias primas que se encuentran descritas en la sección 4.3 bajo el código MP01 a MP03 fichas técnicas para los cálices secos de Rosa de Jamaica y MP04 ficha técnica para el agua potable.

La selección de cálices de Rosa de Jamaica, se realiza de forma visual por medio de la propiedad del color, tomándose como referencia la guía de color pantone de la figura 4.1.

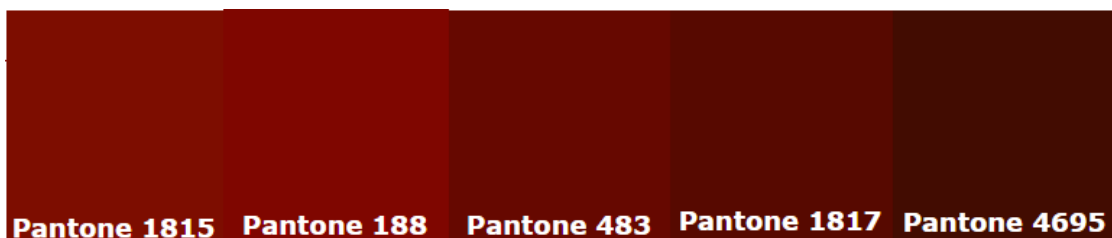


Figura 4.1. Guía pantone para la selección de cálices de Rosa de Jamaica.

Fuente: Elaboración propia

Los cálices de Rosa de Jamaica seleccionados para la investigación se encuentran, bajo las variaciones de color que conforman la guía pantone, como se muestra figura 4.2.

La muestra de cálices de Rosa de Jamaica seleccionada por los panelistas (Muestra D) se encuentra bajo el código de la guía pantone 1817.



Figura 4.2. Comparación de color de las 4 muestras de Rosa de Jamaica

Fuente: Elaboración propia

b) Almacenamiento.

El almacenamiento de las materias primas, debe realizarse bajo condiciones de temperatura que se encuentren entre los 28 y 33 grados Celsius, sino podría provocarse la descomposición de las mismas (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2009).

c) Limpieza por método seco - Tamizado.

Se realiza un tamizado por método seco a los cálices de Rosa de Jamaica para extraer partículas extrañas obtenidas a través del manejo en la recepción de los cálices, como pueden ser: piedras, hojas, polvo entre otros.

Este método de limpieza, posee la ventaja de ser de bajo costo y permitir que las materias primas se encuentren en condiciones de procesamiento.



Figura 4.3. Representación del proceso de limpieza por método seco – tamizado

Fuente: Elaboración propia

La metodología empleada para la limpieza, es el proceso de tamizado, el cual consiste en pasar los cálces por una placa perforada con tamaños específicos (tamiz). En la investigación se utiliza un colador de cocina como tamiz, como se observa en la figura 4.3, eliminándose de esta las partículas extrañas. Industrialmente se emplean tamices de tambor y de lecho plano (Brennan, Butters, Cowell, & Lilley, 1998).

4.1.2 Operaciones conversión/ conservación.

a) Pesaje de materias primas.

La medición de las materias primas se realiza por medio de los parámetros establecidos durante etapa experimental. En la Figura 4.4 observa el pesado de la cantidad de Rosa de Jamaica propuesta en la formulación del concentrado, que se presenta en la tabla 4.1.



Figura 4.4. Medición de peso de Rosa de Jamaica, en la obtención de refresco

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.1. Propuesta de formulación de concentrado de Rosa de Jamaica

MATERIA PRIMA	CANTIDAD
Agua	935 gramos
Rosa de Jamaica	25 gramos

Fuente: Elaboración propia

b) Tratamiento térmico.

El método para la extracción del concentrado de Rosa de Jamaica en la investigación, se realiza en tres pasos que se describe a continuación:

- **Calentamiento:** Se coloca un cantidad determinada de agua definida en la tabla 4.1, en un recipiente de acero inoxidable hasta alcanzar el punto de ebullición, una temperatura aproximada de 98.5 ° C. En la figura 4.5 se observa la medición de la temperatura de ebullición.



Figura 4.5. Medición de temperatura de agua.

Fuente: Elaboración propia

- Extracción: Al lograr la temperatura de ebullición se agrega la cantidad de Rosa de Jamaica determinada en la formulación. Dejando por 15 minutos en ebullición. En la figura 4.6 se observa adición de Rosa de Jamaica en el agua en punto de ebullición.



Figura 4.6. Rosa de Jamaica agregada a agua en ebullición.

Fuente: Elaboración propia

- Choque térmico: Se enfría el recipiente de acero inoxidable luego de transcurrido los 15 minutos de la ebullición. Este proceso simula el intercambio de calor que sucedería en un intercambiador de calor en la industria.

4.1.3 Operaciones auxiliares.

a) Esterilización de envases.

La esterilización de los envases donde es almacenado el concentrado, se realiza por medio de una solución de hipoclorito de sodio (lejía comercial) a una concentración de 5 ppm es decir dos gotas de hipoclorito de sodio comercial en 1000 mililitros de agua. Los envases se deberán sumergir en la solución de hipoclorito por un tiempo de 15 minutos. La selección de hipoclorito de sodio como desinfectante químico se debe a que es económico y efectivo (Serrano, 2014).

b) Envasado y etiquetado.

El envasado se realiza de forma manual con un embudo plástico sometido al mismo proceso de desinfección, se sella y etiqueta manualmente el envase. Las disposiciones del etiquetado se encuentran en el reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.07:10 Etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados))

c) Almacenamiento del producto final.

El producto final debe almacenarse en condiciones de temperatura controlada, de 4 grados Celsius (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2009), con lo cual se mantendrá lo establecido en la ficha técnica PT01, que se encuentra en la sección 4.3.

4.1.4 Diagrama de flujo de proceso de obtención de concentrado.

En la figura 4.6 se presenta el diagrama de flujo de proceso para obtener concentrado a partir del cáliz de Rosa de Jamaica.

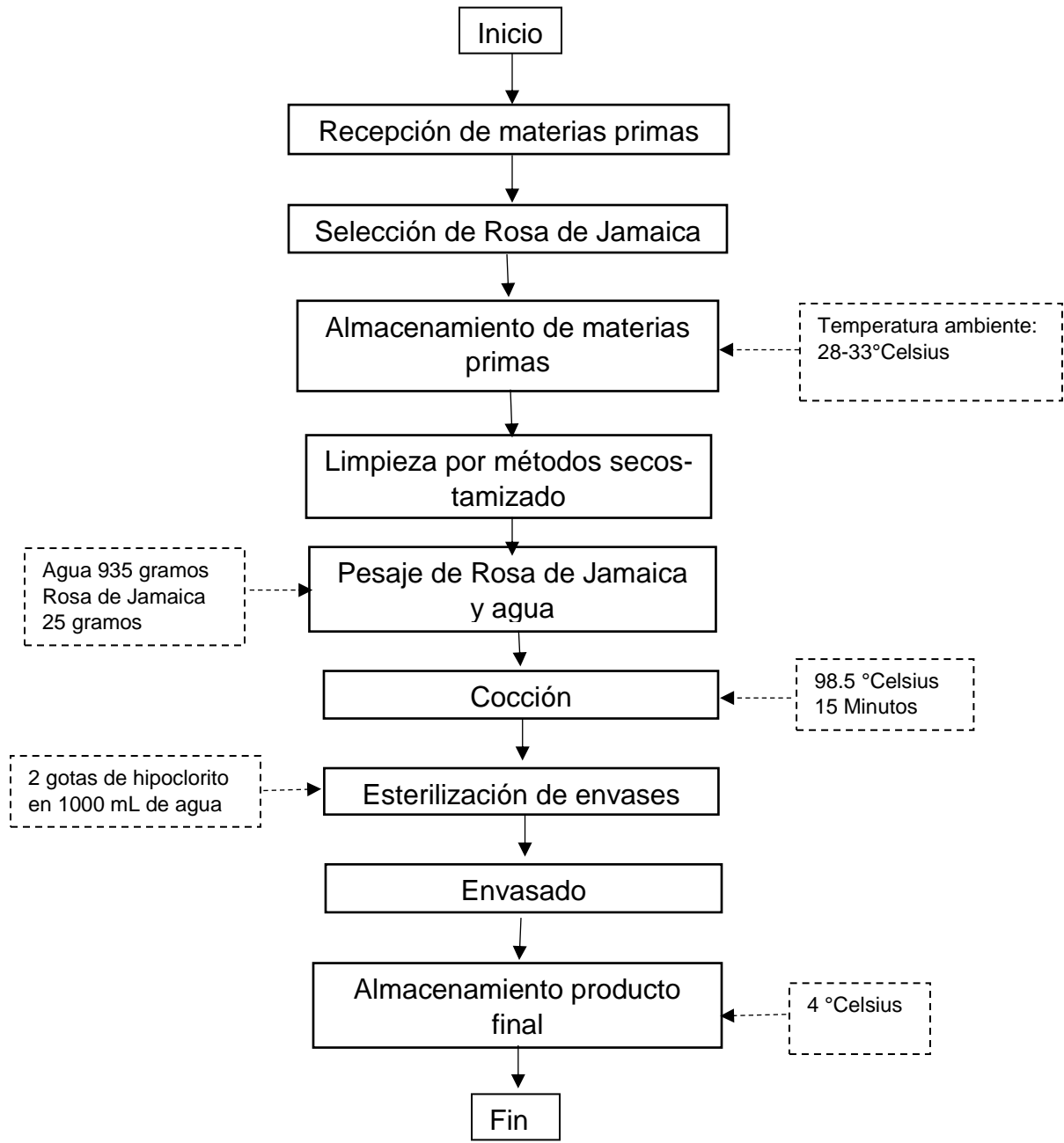


Figura 4.7. Diagrama de flujo de elaboración de concentrado de Rosa de Jamaica

Fuente: Elaboración propia

4.2 Operaciones involucradas en el proceso elaboración del refresco.

El proceso de elaboración de refresco, se encuentra compuesto por diversas: operaciones preliminares, conversión y operaciones auxiliares.

4.2.1 Operaciones preliminares.

a) Recepción de las materias primas.

Por medio de esta operación se verifica el estado del concentrado de Rosa de Jamaica que cumpla con lo establecido en las fichas técnicas con códigos PT01 al PT03, del azúcar con la ficha técnica MP07 y del agua de proceso de acuerdo a la ficha técnica MT06. Encontrándose dichas fichas en la sección 4.3 del presenta capítulo.

4.2.2 Operaciones conversión.

a) Pesaje de materias primas.

La medición de las materias primas se realiza basados en los parámetros establecidos durante la etapa experimental. Las cantidades de concentrado de Rosa de Jamaica, agua y azúcar se encuentran en la propuesta de formulación del refresco en la tabla 4.2. Para la medición experimental de dichas materias primas se realiza para sólidos en una balanza digital.

b) Mezcla.

La mezcla se realizó con un instrumento de agitación, de tal manera que las materias primas formen una solución homogénea dando como producto final, el refresco formulado. En el anexo 10 se puede encontrar una tabla donde se encuentran las densidades correspondientes a los insumos involucramos en el proceso.

Tabla 4.2. Propuesta de formulación de refresco de Rosa de Jamaica en porcentaje masa/masa.

MATERIA PRIMA	CANTIDAD
Agua	55%
Concentrado de Rosa de Jamaica	30%
Azúcar	15%

Fuente: Elaboración propia

c) Pasteurización.

Es un tratamiento térmico que logra la inactivación de las enzimas y los microorganismos (Johnson, 2001). Las condiciones de pasteurización que se emplean en la formulación del refresco: Temperatura de 85° Celsius y un tiempo de 10 minutos.

d) Enfriamiento.

El proceso de enfriamiento del refresco se realiza con un serpentín simulando la función de un intercambiador de calor. Este proceso se realiza con el objetivo de disminuir la temperatura de envasado, ya que esto provocaría deformación del empaque.

4.2.3 Operaciones auxiliares.

a) Esterilización de envases.

La esterilización de los envases donde es almacenado el refresco, se realiza por medio de una solución de hipoclorito de sodio (lejía comercial) a una concentración de 5 ppm, es decir dos gotas de hipoclorito de sodio comercial en 1000 mililitros de agua. Los envases se deberán sumergir en la solución de hipoclorito por un tiempo de 15 minutos. La selección de hipoclorito de sodio como desinfectante químico se debe a que es económico y efectivo (Serrano, 2014).

b) Envasado y etiquetado.

El envasado se realiza de forma manual con un embudo plástico sometido al mismo proceso de desinfección, se sella y etiqueta manualmente el envase. Las disposiciones del etiquetado se encuentran en el reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.07:10 Etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados)). El producto final envasado se observa en la figura 4.8.



Figura 4.8. Producto final envasado.

Fuente: Elaboración propia

c) Almacenamiento producto final.

El producto final debe almacenarse en condiciones de temperatura controlada, de 4 grados Celsius (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2009), con lo cual se mantendrá lo establecido en la ficha técnica PT01, que se encuentra en la sección 4.3.

4.2.4 Diagrama de Flujo del proceso de obtención de refresco.

En la figura 4.9 se presenta el diagrama de flujo de proceso para obtener refresco, elaborado a partir de la formulación de concentrado del Rosa de Jamaica, presentada anteriormente.

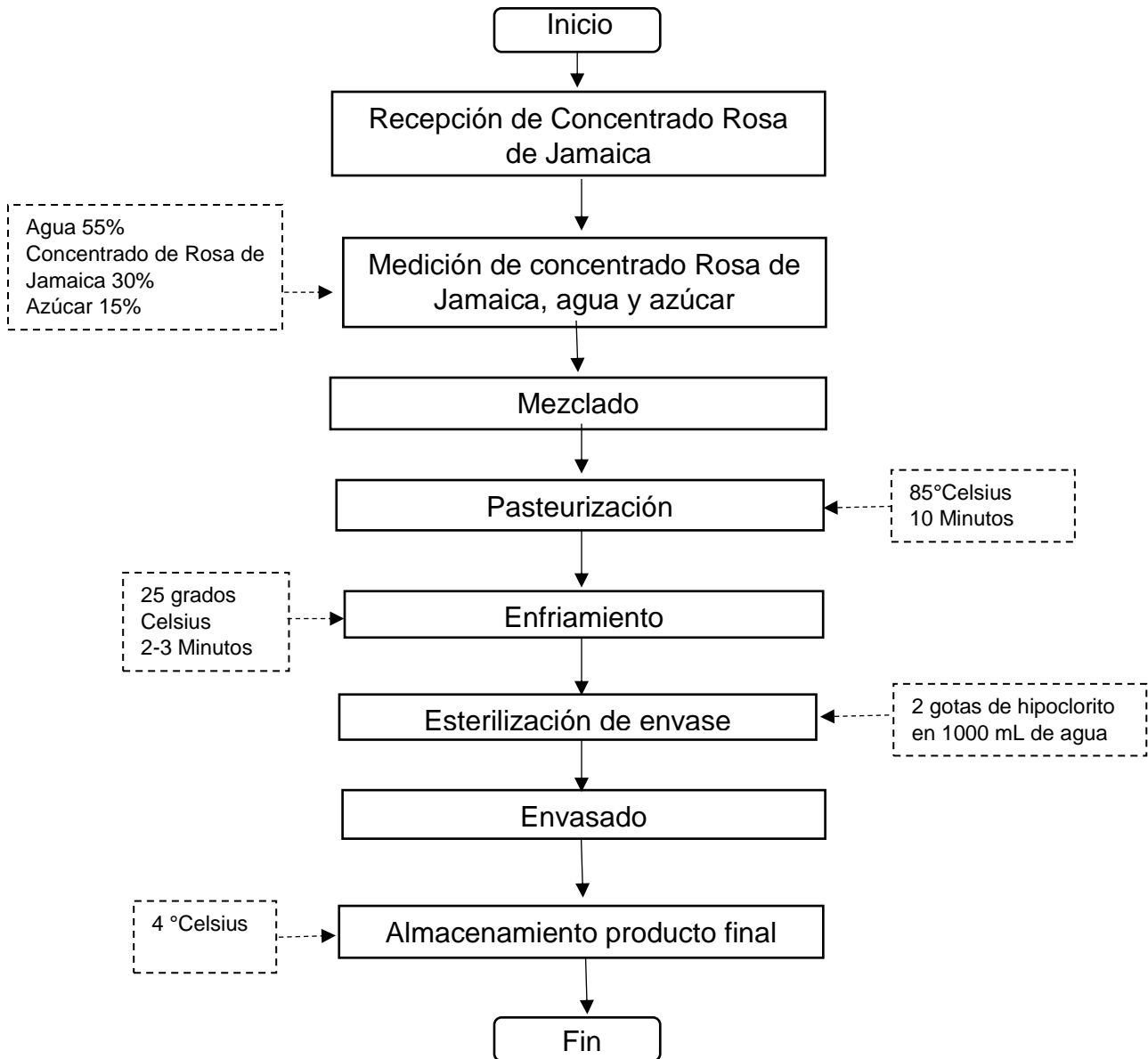


Figura 4.9. Diagrama de flujo de elaboración de refresco de Rosa de Jamaica

Fuente: Elaboración propia

4.3 Fichas técnicas

4.3.1 Fichas técnicas materias primas

La tabla 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7 presentan las fichas técnicas de las materias primas para el proceso de elaboración de refresco y concentrado.

Tabla 4.3. Ficha Técnica para Cálices secos de Rosa de Jamaica muestra “D”

FICHA TÉCNICA MATERIA PRIMA		VERSIÓN: 1.0 Fecha: 10/01/2017		
Elaborado por: María José Sánchez	Aprobado por: Alejandro Henríquez	Código: MP01		
NOMBRE	CÁLICES SECOS DE ROSA DE JAMAICA MUESTRA “D”			
ILUSTRACIÓN				
CARACTERÍSTICAS	PARAMETRO	MINIMO	TARGET	MAXIMO
	Humedad	11%	13.01%	15%
	Color	Pantone 483	Pantone 1817	Pantone 4695
REQUISITOS GENERALES	Exenta de olores extraños y de insectos vivos. Exenta de excretos animales			
REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	El producto se almacena en una bodega seca (HR<10%) y a temperatura ambiente (Temperatura aproximada 25-30 °C)			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4. Ficha Técnica para Cálices secos de Rosa de Jamaica muestra "A"

FICHA TÉCNICA MATERIA PRIMA		VERSIÓN: 1.0 Fecha: 10/01/2017		
Elaborado por: María José Sánchez	Aprobado por: Alejandro Henríquez	Código: MP02		
NOMBRE	CÁLICES SECOS DE ROSA DE JAMAICA MUESTRA "A"			
ILUSTRACIÓN				
CARACTERÍSTICAS	PARAMETRO	MINIMO	TARGET	MAXIMO
	Humedad	14%	16.01%	18%
	Color	Pantone 483	Pantone 1817	Pantone 4695
REQUISITOS GENERALES	Exenta de olores extraños y de insectos vivos. Exenta de excretos animales			
REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	El producto se almacena en una bodega seca (HR<10%) y a temperatura ambiente (Temperatura aproximada 25-30 °C)			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.5. Ficha Técnica para Cálices secos de Rosa de Jamaica muestra “C”

FICHA TÉCNICA MATERIA PRIMA		VERSIÓN: 1.0 Fecha: 10/01/2017		
Elaborado por: María José Sánchez	Aprobado por: Alejandro Henríquez	Código: MP03		
NOMBRE	CÁLICES SECOS DE ROSA DE JAMAICA MUESTRA “C”			
ILUSTRACIÓN				
CARACTERÍSTICAS	PARAMETRO	MINIMO	TARGET	MAXIMO
	Humedad	14%	16.01%	18%
	Color	Pantone 188	Pantone 483	Pantone 1817
REQUISITOS GENERALES	Exenta de olores extraños y de insectos vivos. Exenta de excretos animales			
REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	El producto se almacena en una bodega seca (HR<10%) y a temperatura ambiente (Temperatura aproximada 25-30 °C)			


Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.6. Ficha Técnica para agua potable

FICHA TÉCNICA MATERIA PRIMA		VERSIÓN: 1.0 Fecha: 10/01/2017		
Elaborado por: Alejandro Henríquez	Aprobado por: María José Sánchez	Código: MP04		
NOMBRE	AGUA POTABLE			
CARACTERÍSTICAS	PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	
	Color verdadero	Pt-Co	15	
	Olor		No rechazable	
	pH		6.0-8.5	
	Sabor		No rechazable	
	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	
	Turbidez	NTU	5	
	Temperatura	°C	No rechazable	
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	PARAMETROS	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO		
		TÉCNICAS		
		FILTRACIÓN POR MEMBRANA	TUBOS MÚLTIPLES	PLACA VERTIDA
	Bacterias Coliformes totales	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	-
	Bacterias Coliformes fecales	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	-
	<i>E. coli</i>	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	-
	Conteo de bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	0 UFC/100 ml	-	100 UFC/ml
Organismos patógenos	Ausencia			
REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	El producto se almacena en una cisterna, la misma que debe ser de material inerte para evitar la transferencia de material a la materia prima, y ser limpiada y desinfectada cada 6 meses como mínimo			

Fuente: Adaptado de Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable.

Tabla 4.7. Ficha Técnica para la azúcar blanca.

FICHA TÉCNICA MATERIA PRIMA		VERSIÓN: 1.0 Fecha: 10/01/2017	
Elaborado por: Alejandro Henríquez	Aprobado por: María José Sánchez	Código: MP03	
NOMBRE	AZÚCAR BLANCA		
ILUSTRACIÓN			
CARACTERÍSTICAS	Color: granos de color blanco		
REQUISITOS GENERALES	Exenta de insectos y excretos animales		
REQUISITOS FÍSICOQUÍMICOS	CARACTERÍSTICA	REQUISITOS	
		Mínimo	Máximo
	Polarización	99.5% Grados Z	-
	Azúcar invertido	-	0.1%
	Ceniza por conductividad	-	0.1%
	Humedad	-	0.1%
	Color con Vitamina "A"	-	500 unidades ICUMSA-4
	Dióxido de azufre	-	70 mg/kg
LÍMITE DE CONTAMINANTES	ELEMENTO	NIVEL MÁXIMO	
	Arsénico (As)	1.00 mg/kg	
	Cobre (Cu)	2.00 mg/kg	
	Plomo (Pb)	0.5 mg/kg	
REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	El producto se almacena en una bodega seca (HR<10%) y a temperatura ambiente (Temperatura aproximada 25-30 °C)		

Fuente: Adaptado de Norma Salvadoreña Obligatorio 67.20.01:03. Azúcares. Especificaciones.

4.3.2 Fichas técnicas producto intermedio/producto final.

La tabla 4.8 presentan las fichas técnicas del producto intermedio y producto terminado. El concentrado de Rosa de Jamaica, se considera un producto terminado, sin embargo para la elaboración de refresco es considerado como materia y producto intermedio del proceso total, que inicia desde la elaboración del concentrado hasta el refresco.

Tabla 4.8. Ficha Técnica para concentrado de Rosa de Jamaica.

FICHA TÉCNICA PRODUCTO TERMINADO		VERSIÓN: 1.0 Fecha: 10/01/2017	
Elaborado por: Alejandro Henríquez	Aprobado por: María José Sánchez	Código: PT01	
NOMBRE	CONCENTRADO DE ROSA DE JAMAICA MUESTRA		
REQUISITOS GENERALES	Haber alcanzado los parámetros Tiempo/Temperatura de la etapa de ebullición anterior		
CARACTERÍSTICAS	PARÁMETRO	MÍNIMO	MÁXIMO
	pH	2.1	2.3
	°Brix	1.6	2.0
	Acidez (%m/v)	0.81%	0.85%
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	MICROORGANISMOS	RECuento MÁXIMO PERMITIDO	
	Coliformes totales UFC/ml	<10	
	Salmonella spp./ 25 ml	Ausente	
	Enterotoxina estafilococcica	Ausente	
REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	El producto se almacena en una bodega fría (Temperatura aproximada 3 - 5 °C)		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.9. Ficha Técnica de refresco de Rosa de Jamaica.

FICHA TÉCNICA PRODUCTO TERMINADO		VERSIÓN: 1.0	
Elaborado por: Alejandro Henríquez		Aprobado por: María José Sánchez	
		Fecha: 10/01/2017	
NOMBRE		REFRESCO DE ROSA DE JAMAICA	
ILUSTRACIÓN			
REQUISITOS GENERALES	Cumplir con las cantidades exactas de azúcar, agua y concentrado en el proceso de mezcla		
CARACTERÍSTICAS	PARÁMETRO	MÍNIMO	MÁXIMO
	Sólidos Totales(%m/m)	-	0.506
	°Brix	12	10.5
	Acidez (%m/v)	0.2%	0.3%
	pH	3.0	2.6
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	MICROORGANISMOS		RECuento MÁXIMO PERMITIDO
	Microorganismos aerobios (mesófilos) UFC/ml		<100
	Hongos y levaduras (UFC/ml)		<20
	Bacterias coliformes, en número más probable (NMP) por 100 ml.		<1.1
	Bacterias patógenas		Ausente
REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	El producto se almacena en una bodega fría (Temperatura aproximada 3 - 5 °C)		

Fuente: Adaptado de Norma Salvadoreña obligatoria NSO 67.18.01.01 Productos Alimenticios. Bebidas No Carbonatadas Sin Alcohol, 2002.

5. PROPUESTA DE DISTRIBUCION EN PLANTA PARA LA ELABORACION DE REFRESCO Y CONCENTRADO DE ROSA DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*).

5.1 Distribución de planta.

Se presenta una distribución en planta, para una planta procesadora de concentrado y refresco a partir de Rosa de Jamaica semi industrial, en la figura 5.1 se presenta la distribución de las áreas que integran la planta y en la tabla 5.1 la descripción de cada área.

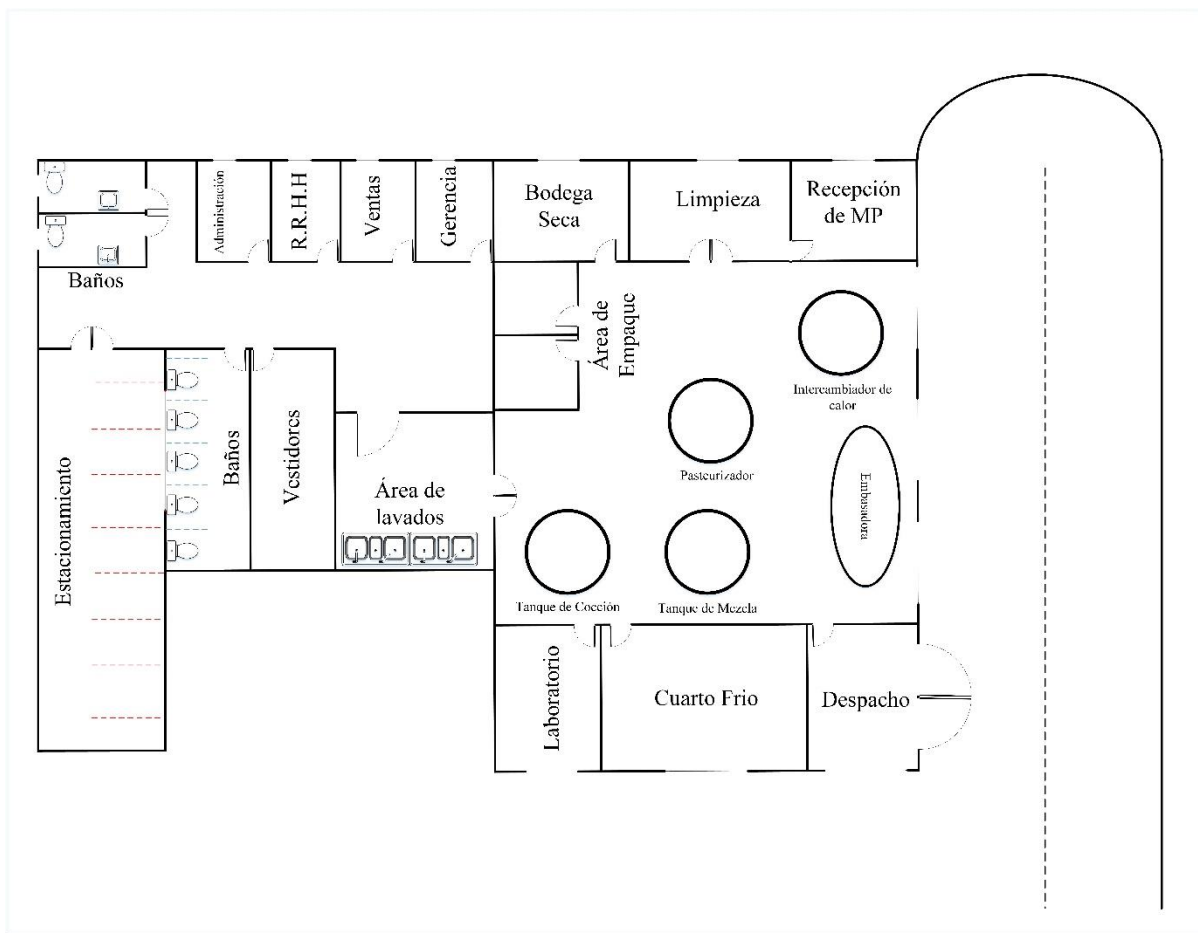


Figura 5.1 Distribución total de la propuesta de planta

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.1. Descripción de las áreas que componen la distribución de la planta

AREA	DESCRIPCION
Administración Oficinas de Recursos Humanos Departamento de Ventas Oficinas de la gerencia	En las cuatro áreas se encuentra personal únicamente de índole administrativa.
Bodega seca	Se le asigna por material prima su propio espacio de almacenamiento. Es importante tomar en cuenta que debe de existir una distancia de separacion con el piso que ronda de 20 a 30 cm, 40 cm de la pared y 1.5 m del techo. Manteniéndose el área a temperatura ambiente (25°C).
Estacionamiento	En esta zona de estacionaran los vehículos de loa empleados y personas visitantes de la planta.
Baños y vestidores	Esta área de aseo y vestuario es un área acondicionada para que los trabajadores que se encuentran en el área de procesos puedan ducharse previo al inicio de la jornada laboral. Área en la cual encentraran casilleros. En todas las áreas de aseo y vestuario se proporcionan toallas de papel o secadores de aire y rótulos que indiquen al trabajador que debe lavarse las manos.
Área de lavado	Se encuentran lavados, en los cuales previo al ingreso al área de producción, el empleado debe de lavarse las manos, haciéndose uso de lavados con grifos de presión regulada accionados con el pie y la rodilla. Proporcionándose papel o secadores de aire para el secado de las manos.

(Continúa)

Tabla 5.1. Descripción de las áreas que componen la distribución de la planta (Continuación)

Laboratorio	En el área de laboratorio es empleado para las pruebas de control de calidad e inocuidad de los productos, es decir que se realizan pruebas fisicoquímicas y microbiológicas, a las materias primas y producto terminado.
Recepción de materias primas	En esta área las materias primas son recibidas y seleccionadas según pruebas realizadas a las mistas, de acuerdo a la ficha técnicas correspondiente a la materia prima.
Limpieza	En dicha área se procede por medio de limpieza seca, a eliminar aquellas partículas que tienen un tamaño considerable y que pudieran generar peligros físicos en los productos finales.
Producción	Se lleva a cabo las diferentes fases destinadas a la producción de concentrado y refresco, proceso en el cual se realizan operaciones de forma manual y automática.
Cuarto frío	En dicha área se almacenan los empaques que contienen el concentrado y refresco a condiciones de temperatura de refrigeración de 4°C. Los anaqueles deben de encontrarse de 20 a 30 cm lejos del piso, 40 cm de la pared y 1.5 m del techo.

(Continúa)

Tabla 5.1. Descripción de las áreas que componen la distribución de la planta (Continuación)

Área de empaque	Es el lugar donde se envasa el concentrado y refresco con una envasadora manual, y el etiquetado manual de cada uno de los empaques.
Despacho	Es el lugar en el cual, el refresco y concentrado son embarcados en un transporte hacia los lugares donde estos serán distribuidos para su venta.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Distribución del proceso de producción.

Se emplea una propuesta de distribución del proceso en “U”, debido a la naturaleza del producto a elaborar, debe de cumplirse el requerimiento que las vías de movimiento y transporte de material no permita la posibilidad de provocar contaminación cruzada entre la materia prima y el producto final. Considerándose que existan una entrada para las materias primas, una salida para el producto terminado. Sí mismo hacer uso de esta distribución es la solución más compacta de distribución es decir, que presenta distancias más cortas de desplazamiento, pudiéndose hacer uso de ella aunque se cuente con poco espacio para establecer la zona de producción y permitiendo que los colaboradores se desplacen a distancias más cortas entre los procesos ya que uno de ellos se realizan de forma manual (Vanaclocha, 2005).

La figura 5.2 representa una vista del proceso productivo de concentrado y refresco, figura en la cual puede verificarse que posee sus parámetros de proceso correspondientes, para estos ser monitoreados e implementados en el proceso. Dicho control del proceso se puede realizar con implementos como termómetros y cronómetros.

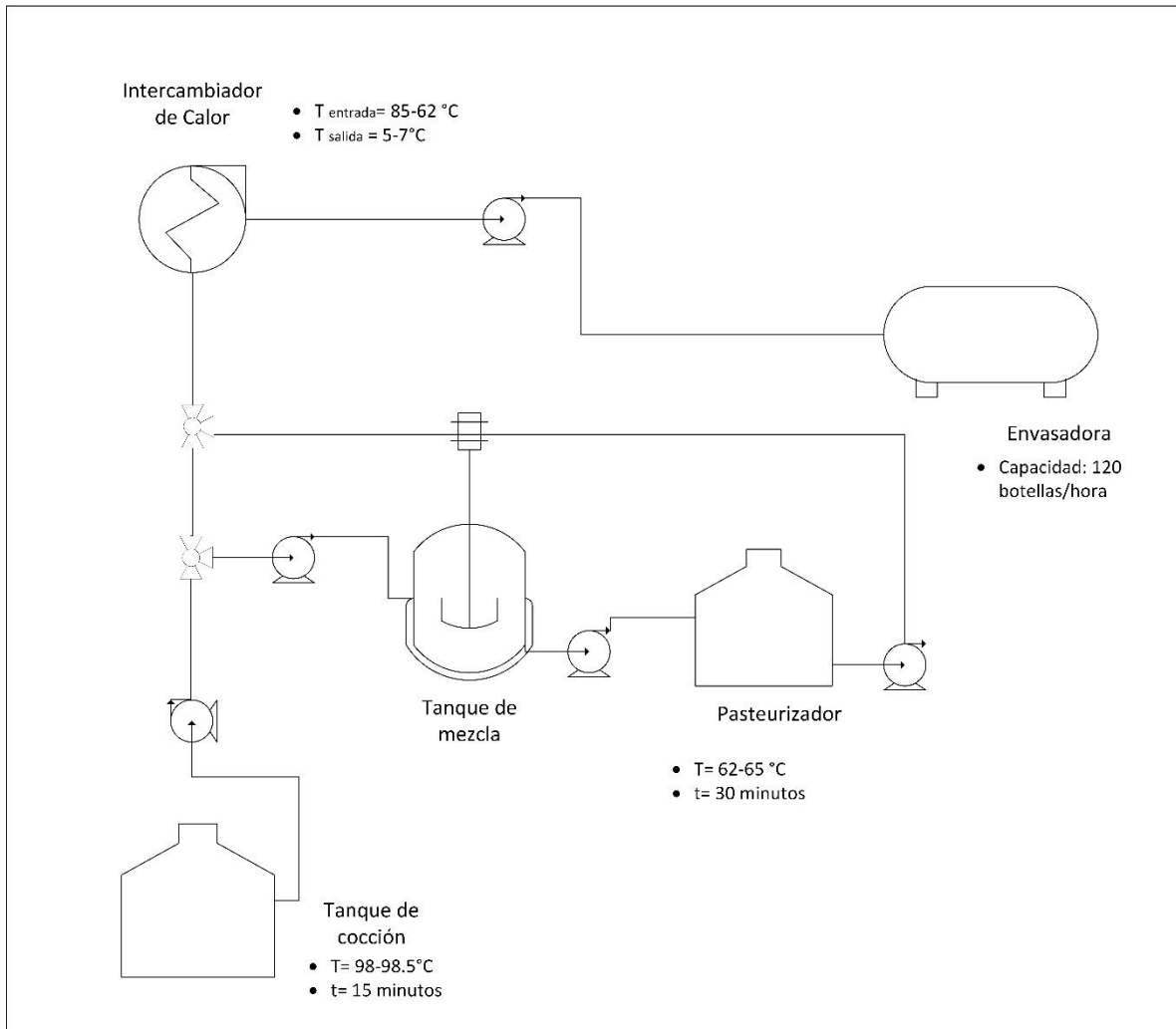


Figura 5.2 *Proceso global de producción de concentrado y refresco*

Fuente: Elaboración propia.





5.3 Descripción de equipos a utilizar.

En la tabla 5.2 se encuentran plasmado el detalle de los equipos que se emplean en el proceso de producción de concentrado y refresco de Rosa de Jamaica.

Como características generales a cumplir por todos los equipos son los siguientes:



- Debe ser de fácil limpieza.
- Elaborado de material inerte, es decir que este no reaccione con el concentrado y refresco a elaborarse, se recomienda acero inoxidable 304.

Tabla 5.2. Detalle de equipos implicados en la producción de concentrado y refresco de Rosa de Jamaica.

NOMBRE	IMAGEN	CAPACIDAD	REQUISITOS ADICIONALES	CANTIDAD	COSTO
Tanque de cocción		135 L	Debe poseer un visor para verificar el volumen de agua.	1	\$3,500
Tanque de mezcla		285 L	Debe poseer un visor para verificar el volumen de agua.	1	\$5,000
Pasteurizador		285 L	-	1	\$7,500
Envasadora manual		120 botellas/min	Es capaz de llenar Presentaciones de diferentes volúmenes.	1	\$1,800

(Continúa)

Tabla 5.2. Detalle de equipos implicados en la producción de concentrado y refresco de Rosa de Jamaica (Continuación).

Intercambiador de Calor (Serpentín)		150 L	-	1	\$1,500
Bomba Centrífuga		1200 l/h	Temperatura de trabajo: -10 °C-150°C	3	\$1,000
COSTO TOTAL					\$22,300

Fuente: Elaboración propia

5.4 Determinación de costos de producción.

5.4.1 Costos totales de producción.

En la tabla 5.3 se presentan un cuadro resumen de los costos totales de maquinaria, materias primas y otros insumos involucrados en el proceso. Para el caso de las materias primas y envases se realiza el cálculo de los costos totales a partir de una primera producción de 15 galones (56.78 gramos) diarios de concentrado, en donde el 50% del concentrado se envasara directamente y el 50% restante se emplea para la elaboración de refresco. Para elaborar esta cantidad de galones se requiere de 219.09 kg de agua, 3.22 kg de cálices y 14.48 kg de azúcar y 386 envases. En el anexo 10 se encuentra el ejemplo de cálculo para la determinación de los valores anteriormente mencionados.

Tabla 5.3: Costos totales en la inversión inicial del proceso.

INSUMO		COSTO (\$)
Maquinaria y Equipo.		\$22,300
Materias primas	Cáliz de Rosa de Jamaica	\$1,419.78
	Agua	\$21.79
	Azúcar	\$1,911,36
Envases		\$38.6
TOTAL		\$25,691.53

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Costos de producción concentrada.

Para la elaboración de concentrado se requiere una serie de materias primas con cantidades puntuales de cada una de ellas. Lo que significa que El concentrado necesita 25 gramos de cálices de Rosa de Jamaica que tiene un costo promedio de \$2.50 por libra, lo que significa que en 25 gramos tiene un costo de \$0.13766; la otra materia prima necesaria es agua la cual tiene un costo promedio de \$2.25 por 5 galones equivalentes a 37.31 kilogramos de agua con un costo de \$ 0.11889 como última materia prima es el material de empaque con un costo de \$0.10 por unidad. En la Tabla 5.4 se presentan los costos asociados a la producción de concentrado de Rosa de Jamaica.

Tabla 5.4. Costo del concentrado de Rosa de Jamaica

MATERIA PRIMA	COSTO ASOCIADO (\$)
Rosa de Jamaica	0.137
Agua	0.118
Empaque	0.100
TOTAL	0.356

Fuente: Elaboración propia.

Debido al proceso de evaporación propio de la etapa de ebullición es natural una pérdida de agua de aproximadamente 50%, razón por la cual se multiplica el valor de la tabla 5.3 por dos y se obtiene un valor individual de concentrado de \$0.61 para una presentación equivalente a 500 gramos de concentrado es decir aproximadamente una presentación de 500 ml, todos los precios presentados son aproximado, basados en escala de laboratorio y únicamente tomando en cuenta la materia prima para la elaboración de los productos.

5.4.3 Costos de producción refresco.

El refresco necesita un 30% de concentrado de Rosa de Jamaica mezclado con un 70% de agua y sobre eso un 15% de azúcar como endulzante.

300 ml de concentrado de Rosa de Jamaica equivalentes al 30% de la formulación del refresco tiene un costo de \$0.15393, otra materia prima necesaria es agua la cual tiene un costo promedio de \$2.25 por 5 galones equivalentes a 37.31 kilogramos de agua con un costo de \$ 0.118 y por ultimo un valor individual de azúcar de \$0.132 como última materia prima es el material de empaque con un costo de \$0.10 por unidad. En la Tabla 5.5 se presentan los costos asociados al concentrado de Rosa de Jamaica.

Tabla 5.5. Costo del refresco de Rosa de Jamaica

MATERIA PRIMA	COSTO ASOCIADO (\$)
Concentrado Rosa de Jamaica	0.154
Agua	0.118
Azúcar	0.132
Empaque	0.100
TOTAL	0.504

Fuente: Elaboración propia

6. CONCLUSIONES

- Por medio de la investigación se comprobó que a una menor relación de cantidad de gramos de Rosa de Jamaica con respecto al agua, se obtiene una mayor cantidad de concentrado.
- Mediante los análisis fisicoquímicos realizados a los concentrados extraídos de cada una de las muestras analizadas, se demuestra que no existe una diferencia significativa entre sus valores de pH. Sin embargo en el caso de la muestra D que fue la seleccionada se miden valores de pH constante de 2.2.
- Se comprueba que al incrementar en la cantidad de Rosa de Jamaica para elaborar el concentrado, también incrementa porcentaje de acidez del cada uno de los concentrados, evidenciándose de esta manera que existe una relación directa entre la cantidad de Rosa de Jamaica empleada con el porcentaje de acidez. Este mismo comportamiento se evidencia en los grados Brix.
- A partir de los análisis sensoriales se determina que para elaborar el refresco se requiere de 30% de concentrado, 55% de agua y 15% de azúcar, dichos porcentajes en porcentaje masa/masa.
- De forma comparativa se relacionada el contenido de humedad, con la cantidad de antocianinas, como lo evidencia la muestra C ya que posee un menor contenido de humedad y de antocianinas presentes en el concentrado.
- La verificación de parámetros fisicoquímica del refresco, de acuerdo a la *NSO 67.18.01:01: Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones*. Los resultados de las evaluaciones indican el cumplimiento de los parámetros sólidos solubles, acidez y pH, en el caso de los sólidos totales no cumple la norma ya que su dato 0.506% y en la norma se indica un valor mínimo

de 11%. En la norma en el Codex Alimentarius Norma General CODEX para zumos (jugo) y néctares de frutas (CODEX STAN 247-2005), no hace mención de la evaluación de sólidos totales, razón por la cual se difiere que la Norma Salvadoreña es bastante general englobando muchos tipos de bebidas que posiblemente sí podrían tener tal valor de sólidos totales como lo son el caso de los néctares y jugos con pulpa.

- La verificación de la inocuidad del refresco se verifica apoyada en la norma *NSO 67.18.01:01: Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones*. Cuyos resultados se encuentran que con respecto a las Bacterias aerobias mesófilas el contenido real es menor de 10 UFC/ml siendo el límite menor a 1000 UFC/ml, el resultado con respecto a Mohos y Levaduras es menor de 10 UFC/ml siendo el límite máximo permitido menor de 20 UFC/ml, como último análisis el contenido de Bacterias Coliformes totales en el cual el valor real es menor de 1.1 NMP/100 ml siendo el límite Menor a 1.1 NMP/100ml por lo que todos los valores cumplen con la normal.
- Por medio del método de Monod-Hinshelwood se calcula a partir de una correlación el cálculo el valor de vida de anaquel de 12.79 horas para el concentrado y de 8.91 horas para el refresco, los cuales son tiempos no lógicos, ya que no hay mucho crecimiento bacteriano que respalde dichos resultados de vida de anaquel, considerando las características fisicoquímicas que posee el refresco, razón por la cual se establece teóricamente a partir de la investigación bibliográfica una vida de anaquel de 14 días para ambos productos.
- El empaque propuesto para el almacenamiento tanto del refresco como concentrado es el Tereftalato de Polietileno (PET), ya que este material es en el que se reportaron menores cantidades de microorganismos mesófilos en comparación con el Polietileno de alta densidad (HDPE), confirmándose dichos valores de forma teórica por medio de permeabilidad al oxígeno en el cual, el

valor de Permeabilidad al Oxígeno de $0.14 \times 10^{11} \frac{ml \cdot cm}{cm^2 \cdot s (cm \ Hg)}$ frente al Polietileno de Alta Densidad (HDPE) con un valor de $5 \times 10^{11} \frac{ml \cdot cm}{cm^2 \cdot s (cm \ Hg)}$. Confirmándose de esta manera la elección del empaque.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación, apoyada en técnicas instrumentales como análisis de Absorción atómica, espectroscopia de infrarrojo, entre otros para determinar diferencias más profundas entre las variedades de Rosa de Jamaica con el fin que a partir de dicha información se aporte a futuras investigaciones.
- Realizar una propuesta de mejora a la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.18.01:01: *Productos Alimenticios. Bebidas no Carbonatadas sin alcohol. Especificaciones*, la que en ella se implementen una diferenciación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, dependiendo del tipo de bebida no carbonatada, para que dicha normativa se alinea a las normas internacionales. También al realizarse dicha diferenciación entre normas por tipos de bebidas se aporta al desarrollo de normativas más profundas y específicas que puedan garantizar de mejor manera la inocuidad del alimento.
- Realizar una propuesta de Normativa para la evaluación de concentrados elaborados a partir de productos naturales, ya que en el país actualmente no cuenta con una norma dirigida hacia este tipo de productos.
- Aplicar otro tipo de metodologías para la determinación de la vida útil de un alimento, como lo es el Modelo de Arrhenius, para el cual es necesario contar con equipos que puedan mantener parámetros de temperatura, humedad y presión de forma constante e ininterrumpida.
- Evaluar la cantidad de antocianinas que quedan aún presentes en la Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), luego de haber realizado el procedimiento de extracción propuestas, para la evaluar la posibilidad de un reproceso de la materia prima.

8. BIBLIOGRAFÍA

Libros

1. Anderson, D. R., Sweeney, D. J., y Williams, T. A. (2008). *Estadística para Administración y Economía* (10ª ed.). México D.F: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
2. Brennan, J., Butters, J., Cowell, N., y Lilley, A. (1998). *Las Operaciones de la Ingeniería de Alimentos* (Tercera ed.). Zaragoza, España: ACRIBIA, S.A.
3. Elías, X., y Jurado, L. (2012). *Los plásticos residuales y sus posibilidades de valoración*. Recuperado de:
<https://books.google.com/sv/books?id=F0BeFOmQpnwC&pg=PA997&lpg=PA997&dq=El+tereftalato+de+polietileno+elias+jurado&source=bl&ots=jZ4B-dwXtt&sig=ilOBXbzsGz3G0klcOUL7zqL5bU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiswrJ8IPQAhUJ3WMKHR2RAQwQ6AEIIDAB#v=onepage&q=El%20tereftalato%20de%20polietileno%20elias%20jurado&f=false>
4. Manfugas, D. C. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. El Vedado: Editorial Universitaria.
5. Sánchez, P. y Sanz, A. (1985) *Química Analítica Básica*. Universidad de Oviedo. Recuperado de: <https://books.google.com/sv/books?id=x9DBFhT-G-oC&pg=PA142&dq=acidez+quimica+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj9gOD7zKzRAhUCSyYKHXSIDnYQ6AEIQjAH#v=onepage&q=acidez%20quimica%20definicion&f=false>
6. Skoog, Douglas A. y Holler, James. (2001) *Análisis Instrumental*. Quinta Edición. Editorial Mc Graw-Hill.

7. Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., y Elias, L. (1992). *Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de Alimentos*. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Trabajos de Grado

8. Arévalo, J.M. (2012). *Propuesta de u extracto colorante a partir de Hibiscus sabdariffa (Flor de Jamaica) para ser utilizado en la industria textil*. Trabajo de graduación de pregrado. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, San Salvador, San Salvador. Recuperado de:
<http://ri.ues.edu.sv/2747/1/Ar%C3%A9valo%20Cea,%20Jessica%20Magali.pdf>
9. Arredondo, A. (2011) *Diseño y ejecución del plan de preselección y selección el grupo de evaluadores para el panel de análisis sensorial de la compañía de galletas Noel s.a.s* Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería. Corporación universitaria lasallista, Antioquía, Colombia. Recuperado de:
<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/888/1/trabajo%20de%20grado%20final.pdf>
10. Flores, O. R., y Ortiz, E. O. (2009). *Evaluación de la capacidad clarificante de la arcilla de Suchitoto/Cinquera, en comparación con bentonita USP en la producción de vino de Hibiscus sabdariffa Rosa de Jamaica*. Trabajo de graduación de pregrado. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, San Salvador, San Salvador. Recuperado de:
<http://ri.ues.edu.sv/2541/1/16100889.pdf>
11. Gallegos, J.M. y Mena, A.B. (2009). *Propuesta de actualización de una guía práctica de laboratorio de análisis químico cuantitativo*. Trabajo de graduación de pregrado. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, San Salvador, San Salvador. Recuperado de:
<http://ri.ues.edu.sv/2622/1/16101213.pdf>

12. Maldonado, E.R. (2012) *Estudio de prefactibilidad para la implementación de un laboratorio de análisis fisicoquímico en la planta de producción de una fábrica de bebidas carbonatadas en la ciudad de Guatemala*. Tesis de pregrado. Centro Universitario del Suroccidente. Universidad de San Carlos de Guatemala, Mazatenango, Guatemala. Recuperado de:
http://www.academia.edu/15110661/22_0180_gaseosa
13. Roca, I.E. (2005). *Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD)*. Trabajo de Graduación de pregrado. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala. Recuperado de:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0639_Q.pdf

Fuentes Institucionales

14. Banco Central de Reserva (2016) *Datos de importación y exportación de Rosa de Jamaica* Retomado de: base de datos Banco Central de Reserva
15. Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos. (2010). *Generación De Variedades De Jamaica (Hibiscus Sabdariffa L) Con Alta Concentración De Compuestos Bioactivos, De Alto Rendimiento Y Tolerantes A Enfermedades Para Una Producción Sustentable En México*. Recuperado de:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:awrrus4xblwJ:2006-2012.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SAGARPA/201007/Demandas-Especificas_SAGARPA-2010-7.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=sv
16. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2007) *Sólidos totales secados a 103 – 105 °C*. Recuperado de:
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Totales+secados+a+103+--+105%C2%BAC..pdf/d4faab4a-34e4-4159-bf4c-50353b101935>

17. Norma Técnica Ecuatoriana. (1983). *Bebidas gaseosas. Determinación de extracto seco*. Quito. Recuperado de:
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1079.1984.pdf>
18. Organismo Nacional de Normalización (1982) *Alimentos. frutas y derivados. determinación de grados Brix*. Recuperado de:
<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-103-1982.PDF>
19. Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica OSARTEC. (2012). *Reglamentos Técnicos RTCA 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos alimentarios (Vol. I)*.
20. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2012). *Plan Rector Nacional Sistema producto Jamaica*. Recuperado de:
http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP_CNSP_JAMAICA/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_CNSP_JAMAICA_%202012.pdf
21. Terezón, J.C. (2016) *Uso y Producción de Rosa de Jamaica. Hibiscus sabdariffa*. Centro Nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)
22. Universidad Autónoma de México (2007) *Fundamentos y Técnicas de análisis de alimentos*. Recuperado de:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf

Revistas

23. Carvajal, O., Waliszewski, S., e Infanzón, R.M. (2006). Los usos y maravillas de la Jamaica. *Revista La Ciencia y el Hombre, volumen 19*. Recuperado el 2 Abril de 2016, Recuperado de:
<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num2/articulos/jamaica/>
24. Dalgaard, P. (1995) Modelo de la actividad microbiana y predicción de vida de anaquel para pescado empacado fresco. *International Journal of Food Microbiology*. Recuperado de:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016816059400136T>
25. Egbere O.J., Anuonye C.J., Chollom P.F., y Okpara P.V., 2007. Effects of Some Preservation Techniques on the Quality and Storage Stability of Zobo Drink (A Nigerian, Non Alcoholic Beverage from Hibiscus sabdariffa). *Journal of Food Technology*, 5: 225-228. Recuperado de:
<http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jftech/2007/225-228.pdf>
26. Galicia, L. A., Salinas, Y., Espinoza, B. M., y Sánchez, C. (2008). Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(2), 121-129. Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000200004&lng=es&tlng=es
27. McMeekin, T.A., y Ross, T., (2002). Microbiología Predictiva: Provee conocimiento basado en un cambio del manejo de marco de *International Journal of Food Microbiology* Recuperado de:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160502002313>

28. Zalapa, A. (2010). Realidades del Cuadro de Pearson Simple, compuesto y el agregado. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Recuperado de:
http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/30-Cuadrado_Pearson.pdf
29. Salinas, R., González, G., Ulín, F., y Pirovani, M; (2007). Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. *Universidad y Ciencia*, 23 183-196. Recuperado de: <http://uaemex.redalyc.org/articulo.oa?id=15423209>
30. Serrano, M. H. (noviembre de 2014). Esterilización, desinfección, antisépticos y desinfectantes. *Revista Boliviana*. Recuperado de:
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014001000010&script=sci_arttext
31. Yulieth, G. B., Yudy, M. G., y Wilmer, U. O. (2010). Grado de preferencia de galletas elaboradas en la provincia de Pamplona, Norte de Santander. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 8(2). Recuperado de:
http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/446

Documentos de Internet

32. Aubry, J.M., y Schorsch, G. (2004). *Formulación. Presentación general*. Recuperado de:
http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S011A_Formulacion.pdf
33. Barros, D. C. (2011). *Alimentos nuevos y nuevos ingredientes alimenticios y/o alimentarios según la comunidad europea*. Madrid: FECMAL, S.L. Recuperado de:
<https://books.google.com.sv/books?id=UR5uRTjeEtQC&pg=PA19&dq=producto+alimenticio+o+alimentario+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjE0>

uu1nKHLA hUD8x4KHblGDrQQ6AEIGjAA#v=onepage&q=producto%20alim enticio%20o%20alimentario%20definicion&f=false

34. Cabeza Herrera, E. A. (2013). *Aplicación de la Microbiología Predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos*. Universidad de Pamplona, Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias Básicas, Pamplona. Recuperado de:

http://www.academia.edu/7982203/Aplicaci%C3%B3n_de_la_Microbiolog%C3%ADa_Predictiva_para_la_determinaci%C3%B3n_de_la_vida_%C3%BAtil_de_los_alimentos

35. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. (2009). *Requisitos en la Recepción, Almacenamiento y conservación*. Elika. Recuperado de:

http://www.elika.eus/datos/formacion_documentos/Archivo14/11.Requisitos%20recepti%C3%B3n_almacenamiento_conservaci%C3%B3n.pdf

36. Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). *Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy*. Recuperado de:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471142913.faf0102s00/abstract>

37. Gutiérrez, J. B. (2000). *Ciencia Bromatológica, Principios generales de los alimentos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A. Recuperado de:

<https://books.google.com/sv/books?id=94BiLLKBJ6UC&pg=PA284&dq=Vida+util,+alimentos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjpmKnt3vfKAhVIRiYKHcFmDZwQ6AEIGjAA#v=onepage&q=Vida%20util%2C%20alimentos&f=false>

38. Hernández, C. (febrero de 2012). *Tecnología del Plástico*. Recuperado de:

Tecnología del Platico: <http://www.plastico.com/temas/Tecnologia-innovadora-en-empaque-especializado-para-alimentos+3086786?pagina=1>

39. Martines, E. y Lira, L. (2010) Análisis y aplicación del contenido de humedad en sólidos. Recuperado de: <https://www.cenam.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010-vp01b.pdf>
40. Meza, P. (2012) Guía: Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) e (*Hibiscus cruentus* Bertol). Recuperado de:
<http://www.adeesnic.org/wp-content/uploads/2012/02/Gu%C3%ADa-Flor-de-Jamaica.pdf>
41. National Association for PET Container Resources. (2011). Características, beneficios y otras fuentes de información del PET. Recuperado de:
http://www.napcor.com/pdf/NAPCOR_PETBasics_spanish.pdf
42. Robertson, G. L. (2009). *Food Packaging and shelf life, A Practical Guide*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group. Recuperado de:
<https://food5450groupb.wikispaces.com/file/view/food+packaging+and+shelf+life-c1.pdf>
43. Romero, I. (2001) Medición de pH y Dureza, 363-370. Recuperado de:
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/573/cap24.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Glosario de términos y siglas.

Anexo 1.A: Términos.

1. **Agua peptonada:** Medio usado como diluyente y para enriquecimiento bacteriano a partir de alimentos y otros materiales de interés sanitario.
2. **Alícuota:** perteneciente a la proporción.
3. **Antocianina:** Las antocianinas (del griego anthos, flor y kyanos, azul) se consideran una subclase de los flavonoides; también se conocen como flavonoides azules. Son compuestos vegetales no nitrogenados pertenecientes a la familia de los flavonoides, de amplia distribución en la naturaleza. A pesar de contener pocos grupos cromóforos, se han identificado 300 de estos compuestos, que son responsables de una gama muy amplia de colores, desde el incoloro hasta el púrpura. Producen colores rojo, anaranjado, azul y púrpura de las uvas, manzanas, rosas, fresas y otros productos de origen vegetal, principalmente frutas y flores.
4. **Arbusto:** Planta leñosa, de menos de cinco metros de altura, sin un tronco preponderante, porque se ramifica a partir de la base.
5. **Bacterias coliformes:** Grupo de bacterias que comparten características bioquímicas en común y son útiles como microorganismos indicadores de sanidad de alimentos y agua.
6. **Bacterias patógenas:** Las bacterias patógenas son aquellas que causan enfermedades infecciosas.
7. **Buffer:** Una solución amortiguadora reduce el impacto de los cambios drásticos de H^+ y OH^- . Se prepara con un ácido débil y una sal del mismo ácido o empleando una base débil y una sal de la misma base. La solución amortiguadora contiene especies que van a reaccionar con los iones H^+ y OH^- agregados.
8. **Cáliz:** Verticilo externo de las flores completas, casi siempre formado por hojas verdosas y más a menudo recias.

9. **Clasificación Arancelaria:** método lógico que permite señalar correctamente el código correspondiente a las mercancías.
10. **Concentrado:** La Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba, establece que un concentrado se define como un “producto para preparar bebidas saborizadas no alcohólicas, que se elabora a partir de derivados vegetales o, saborizantes naturales, idénticos a los naturales o sintético artificiales, adicionado o no de otros aditivos para alimentos y de ingredientes opcionales, destinado para su venta al consumidor”.
11. **Electrodo:** Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que transmite o del que recibe una corriente eléctrica.
12. **Espectro electromagnético:** Conjunto de longitudes de onda de todas las radiaciones electromagnéticas.
13. **Espectrofotómetro:** Aparato de medición utilizado en espectrofotometría.
14. **Esterilizar:** Destruir los gérmenes patógenos.
15. **Exportar:** Vender géneros a otro país.
16. **Fitoesteroles:** Son compuestos naturales vegetales presentes en pequeñas cantidades en nuestra dieta en productos tales como el aceite de girasol y la soja, muy similares al colesterol humano que bloquean la absorción del colesterol a nivel intestinal.
17. **Flavonoides:** Los flavonoides (del latín flavus, amarillo) son compuestos fenólicos solubles en agua, metanol y etanol, con características de glucósidos; contienen como aglucón un núcleo flavilo al cual se une una fracción azúcar por medio de un enlace β -glucosídico.
18. **Formulación de un producto:** La formulación es el conjunto de conocimientos y operaciones que se emplean para mezclar, asociar o condicionar ingredientes ya sean de origen natural o sintético, que forman una interacción entre ellos, para obtener un producto comercial caracterizado por su función de uso y su

aptitud para satisfacer las especificaciones preestablecidas (Aubry y Schorsch, 2004).

19. **Importar:** Introducir en un país géneros, artículos o costumbres extranjeros.
20. **Inocuo:** Que no hace daño.
21. **Interpolar:** Calcular el valor aproximado de una magnitud en un intervalo cuando se conocen algunos de los valores que toma a uno y otro lado de dicho intervalo.
22. **Levadura:** Hongo unicelular de forma ovoide, que se reproduce por gemación o división, forma cadena y produce enzimas capaces de descomponer diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares, en otros más sencillos.
23. **Mesófilos:** organismo cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 15 y los 35 °C
24. **Microorganismo Alterante:** los microorganismos alterantes modifican la apariencia del alimento, provocando malos olores o sabores, o cambiando el color del mismo. En este caso, el alimento no tiene porqué ser dañino para el consumidor.
25. **Número más probable:** es una estrategia eficiente de estimación de densidades poblacionales especialmente cuando una evaluación cuantitativa de células individuales no es factible
26. **Organoléptico:** Que puede ser percibido por los órganos de los sentidos.
27. **Permeable:** Que puede ser penetrado o traspasado por el agua u otro fluido.
28. **Polímero:** Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.
29. **Preservante:** sustancia que añadida a ciertos alimentos sirve para conservarlos.
30. **Producto alimenticio:** Un producto alimenticio es aquel que sus componentes pueden incorporarse al organismo que lo ingiere y asimila, total o parcialmente, pasando a formar parte del mismo o de su metabolismo sin alterar el funcionamiento normal del organismo. El producto alimenticio debe de cumplir cinco principios fundamentales que son: sano, inocuo, nutritivo, adecuado al uso

para el que se ha elaborado y que su denominación sea acorde con sus especificaciones (Barros, 2011).

31. **Refresco:** La Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba, establece que un concentrado se define como un “producto para preparar bebidas saborizadas no alcohólicas, que se elabora a partir de derivados vegetales o, saborizantes naturales, idénticos a los naturales o sintético artificiales, adicionado o no de otros aditivos para alimentos y de ingredientes opcionales, destinado para su venta al consumidor”.
32. **Saponinas:** Son glucósidos amargos que pueden causar hemólisis en eritrocitos. Son extremadamente tóxicos para animales de “sangre fría” (anfibios y peces) por su propiedad de bajar la tensión superficial. En sí, estas sustancias tienen tres propiedades distintivas que son: sabor amargo; potentes surfactantes y producen hemólisis sobre los eritrocitos.⁶ Se encuentran ampliamente distribuidas en el reino vegetal: soya, alfalfa, té, remolacha, espinacas, espárragos, avena y garbanzo; también se encuentran presentes en el veneno de las serpientes y en el de las estrellas marinas.
33. **Valor CIF:** El valor CIF es una abreviatura del inglés “Cost Insurance and Freight”, o “costo, seguro y flete”. Es aquel valor que el vendedor aporta, cubriendo los costos que produce el transporte de la mercancía, por vía marítima al puerto de destino
34. **Valor FOB:** El valor FOB significa “Free on Board”, que en español puede utilizarse como “libre a bordo” es el valor de la mercancía puesta a bordo del vehículo en el país de procedencia, excluyendo seguro y flete.

Anexos 1.B: Siglas.

1. **ANOVA:** Análisis de Varianza (Analysis of Variance)
2. **BCR:** Banco Central de Reserva
3. **CENSALUD:** Centro de Investigación y Desarrollo
4. **CIF:** Costo, Seguro y Flete (Cost Insurance and Freight)
5. **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization)
6. **FOB:** Libre a bordo (Free on board)
7. **HDPE:** Polietileno de alta densidad.
8. **IR:** Infrarrojo
9. **m/m:** masa/masa
10. **m/v:** masa/volumen
11. **nm:** Nanómetros
12. **NMP:** Número Más probable
13. **NOM:** Norma Oficial Mexicana
14. **NSO:** Norma Salvadoreña Obligatoria
15. **PET:** Tereftalato de polietileno
16. **pH:** Potencial de Hidrógeno
17. **UFC:** Unidades Formadoras de Colonia
18. **UV-VIS:** Ultravioleta Visible

Anexo 2.A: Exportaciones en Dólares Americanos (\$) en el período del año 2010 al 2015.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PAIS	VALOR FOB US\$	VALOR FOB US\$	VALOR FOB US\$	VALOR FOB US\$	VALOR FOB US\$	VALOR FOB US\$
Canadá	113	226	147	306	147	84
Estados Unidos	11,555.10	18,605.53	31,008.70	22,244.18	2,860.25	27,727.55
México	32,820.00	0	0	0	0	6,150.00
Guatemala	863.1	6,043.83	13,239.86	1,821.73	21,527.58	9,542.64
Honduras	130,037.97	102,815.78	115,618.07	102,490.02	122,480.16	178,371.95
Nicaragua	19,928.18	25,189.61	22,949.36	27,151.30	27,361.29	25,739.81
Costa Rica	6,402.97	614.4	1,024.00	2,068.00	0	0
Panamá	0	0	15.24	106.81	35.64	34.8
República Dominicana	0	0	46.05	0	0	200
Antillas Holandesas	0	0	4,163.66	0	0	2,280.32
Bolivia	0	0	0	0	1,245.00	0
Republica Checa	0	0	0	750	510	510
España	0	0	675.43	0	8,750.00	0
Francia	0	0	0	0	0	23,205.00
Holanda	0	513	0	2,065.32	0	0
Taiwán	0	0	0	60	0	0
Total	201,720.32	154,008.15	188,887.37	159,063.36	184,916.92	273,846.07

Fuente: Banco Central de Reserva (2016).

Anexo 2: Importaciones y exportaciones en Dólares (\$) y kilogramos netos del producto, según se establece en el inciso arancelario 12119090.

Anexo 2.B: Exportaciones en Kilogramos en el período del año 2010 al 2015.

País	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Canadá	26.82	53.09	33	56	33	19
Estados Unidos	2,624.04	3,256.88	5,796.02	4,599.49	825.6	2,928.78
México	2,010.00	0	0	0	0	576
Guatemala	101	1,300.64	3,573.25	214.56	6,222.20	906.47
Honduras	8,833.15	5,050.50	6,295.28	5,389.60	6,477.93	25,354.08
Nicaragua	1,144.30	1,395.54	1,282.24	1,434.46	1,483.55	1,404.97
Costa Rica	861	23.04	38.4	413.6	0	0
Panamá	0	0	6	22.92	22.8	10
República Dominicana	0	0	10.3	0	0	17.04
Antillas Holandesas	0	0	285.7	0	0	211.6
Bolivia	0	0	0	0	90	0
Republica Checa	0	0	0	47.9	18	19.04
España	0	0	78.91	0	3,025.00	0
Francia	0	0	0	0	0	8,050.00
Holanda	0	37.2	0	47.66	0	0
Taiwán	0	0	0	9.8	0	0
Total	15,600.31	11,116.89	17,399.10	12,235.99	18,198.08	39,496.98

Fuente: Banco Central de Reserva (2016).

Anexo 2.C: Importaciones en Dólares Americanos (\$) en el período del año 2010 al 2015.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PAIS	VALOR CIF US\$	VALOR CIF US\$	VALOR CIF US\$	VALOR CIF US\$	VALOR CIF US\$	VALOR CIF US\$
Canadá	57,000.00	55,200.00	0	0	0	4,124.40
Estados Unidos (U.S.A.)	79,451.51	125,671.50	110,059.66	41,661.68	124,330.29	58,279.61
México	73,649.65	46,241.04	90,332.09	86,086.76	102,953.49	90,533.80
Guatemala	269,962.15	304,548.90	310,730.80	228,409.95	153,012.96	139,555.18
Honduras	476.18	3,557.12	1,125.94	2,012.99	3,369.78	717.45
Nicaragua	0	345.78	2,496.00	0	66.76	0
Costa Rica	78,652.76	93,403.38	109,175.70	58,008.07	42,811.50	44,534.17
Panamá	0	0	0	0	0	38.02
Colombia	110.15	29.23	0	0	18.79	0
Ecuador	0	0	101.82	0	0	0
Brasil	0	0	0	0	0	1,868.23
Bolivia	0	0	4.04	0	0	0
Paraguay	0	59.18	0	0	0	0
Perú	2,011.40	1,858.33	4,244.51	4,654.30	6,683.23	4,356.74
Chile	76,840.07	77,496.36	71,266.38	52,511.72	65,709.61	41,757.17
Alemania	2,825.19	29,821.12	14,807.28	3,239.09	6,156.96	1,696.35
Andorra	0	0	0	0	152.88	0
España	5,123.92	11,850.60	12,758.14	1,023.25	8,406.02	3,212.36
Francia	0	139.12	0	0	1,145.97	0
Italia	60.15	0	70.69	35.84	2,881.57	0
Holanda	0	0	0	0	0	116.18
Reino Unido	0	0	0	52.07	0	0
Suecia	0	0	0	0	1,850.00	0
Suiza	2,305.04	0	0	0	0	0

(Continúa)

Anexo 2.C: Importaciones en Dólares Americanos (\$) en el período del año 2010 al 2015. Continuación.

República Popular de China	0	1,194.30	13,276.40	23,324.73	51,829.18	75,502.05
Taiwán	0	1.1	0	0	0	0
India	129.37	5,285.92	64,988.00	65,716.25	98,567.57	60,364.34
Indonesia	0	0	0	0	0	0.51
Turquía	0	0	0	0	10,073.79	0
Ucrania	0	0	1,412.34	0	0	0
Egipto	52,291.46	49,532.00	0	0	1,482.46	0
Nigeria	32,212.75	0	0	0	154,784.25	306,069.78
Sudan	0	11,083.80	283,129.05	388,592.85	261,848.45	196,514.75
Sud-África	0	0	0	0	15,995.66	0
GUAM (USA)	0	0	0	17.64	0	0
Total	733,101.75	817,318.78	1089,978.84	955,347.19	1114,131.17	1029,241.09

Fuente: Banco Central de Reserva (2016).

Anexo 2.D: Importaciones en Kilogramos en el período del año 2010 al 2015.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PAIS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS
Canadá	12,096.00	12,096.00	0	0	0	495.14
Estados Unidos (U.S.A.)	6,147.51	8,385.49	14,286.39	5,125.76	10,672.82	6,385.42
México	22,373.60	16,709.40	27,830.55	23,566.67	29,761.53	29,443.06
Guatemala	88,304.74	134,753.03	130,551.76	99,294.88	59,325.35	76,171.73
Honduras	395.74	941.07	663.09	1,419.31	3,094.94	724.56
Nicaragua	0	1,180.00	870	0	236.97	0
Costa Rica	8,572.54	10,876.48	13,526.36	7,354.70	5,873.88	7,741.26
Panamá	0	0	0	0	0	3.43
Colombia	16.8	0.55	0	0	0.31	0
Ecuador	0	0	0.24	0	0	0
Brasil	0	0	0	0	0	515
Bolivia	0	0	1.25	0	0	0
Paraguay	0	2.75	0	0	0	0
Perú	88.34	204	545	591	783.67	403
Chile	10,981.38	7,295.52	10,207.58	7,287.07	9,185.52	5,606.67
Alemania	154.7	10,120.71	5,060.70	106	167.3	51.87
Andorra	0	0	0	0	181	0
España	230.43	331.46	466.12	162.08	762.8	105
Francia	0	1	0	0	57.19	0
Italia	2	0	13.01	7.42	53.27	0
Holanda	0	0	0	0	0	5.3
Reino Unido	0	0	0	7.1	0	0

(Continúa)

Anexo 2.D: Importaciones en Kilogramos en el período del año 2010 al 2015. Continuación.

Suecia	0	0	0	0	55.4	0
Suiza	1,552.70	0	0	0	0	0
República Popular de China	0	1,004.66	1,600.00	2,753.35	5,833.52	8,682.25
Taiwán	0	0.8	0	0	0	0
India	50.15	7,024.50	23,043.62	25,138.17	33,500.09	35,933.43
Indonesia	0	0	0	0	0	0.15
Turquía	0	0	0	0	3,500.00	0
Ucrania	0	0	338.64	0	0	0
Egipto	14,200.00	18,300.00	0	0	124	0
Nigeria	12,118.70	0	0	0	84,478.00	168,774.00
Sudan	0	5,200.00	102,271.50	156,870.00	102,215.00	84,441.00
Sud-África	0	0	0	0	1,483.42	0
GUAM (USA)	0	0	0	22.72	0	0
Total	177,285.33	234,427.42	331,275.81	329,706.23	351,345.98	425,482.27

Fuente: Banco Central de Reserva (2016).

Anexo 3: Boletas utilizadas en los análisis sensoriales.


Anexo 3.A: Boleta utilizada para prueba hedónica de cinco puntos, para determinar la concentración de formulación por muestra.


(11)


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS


Nombre: _____
Fecha: _____


Pruebe cada una de las muestras de refresco de rosa de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en el orden indicado a continuación. Marque con una "X" su grado de gusto o disgusto.


Le disgusta mucho


Le disgusta un poco



Ni le gusta ni le disgusta


Le gusta un poco


Le gusta mucho

CODIGO DE MUESTRA	Le disgusta mucho	Le disgusta un poco	Ni le gusta ni le disgusta	Le gusta un poco	Le gusta mucho
128	X				
822	X				
288			X		
221				X	
901				X	
910 102					X
133			X		
436		X			
252					X
728	X				
601				X	
382				X	

Anexo 3.B: Boleta utilizada para prueba aceptabilidad por ordenamiento, para determinar la clasificación de las muestras.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y
ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E
INGENIERIA DE ALIMENTOS


Nombre: _____
Fecha: 6 _____

Pruebe cada una de las muestras de té de rosa de jamaica, en el orden de izquierda a derecha. Asignando los números del 1 al 4, siendo el valor 1 a la muestra que tenga el sabor más aceptable y 4 a la que tenga el sabor menos aceptable. No puede asignar el mismo número a dos muestras.

Código	Valor asignado
<u>844</u>	<u>1</u>
<u>460</u>	<u>2</u>
<u>120</u>	<u>3</u>
<u>724</u>	<u>4</u>

Anexo 3.C: Boleta utilizada para selección de panelistas según su agudeza sensorial.

33/33 ✓



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

Nombre: _____ Edad: 24

Fecha: _____

1. Se le presentan una serie de muestras, en las cuales debe de identificar si el sabor que percibe es dulce, acido, salado o amargo. Llenando lo que se le solicita a continuación:

Código	Sabor
90	Dulce ✓
67	Acido ✓
79	Acido ✓
17	Amargo ✓
21	Dulce ✓
24	Salado ✓

39/39

2. En las muestras presentadas ordene de mayor a menor intensidad de sabor, escribiendo en el espacio asignado los códigos de muestra.

Código

_____	39 ✓
_____	83 ✓
_____	76 ✓
_____	25 ✓

4/4

Continuación Anexo 3.C.

3. En las muestras presentadas ordene de menor a mayor intensidad de sabor, escribiendo en el espacio asignado los códigos de muestra.

Código

40
50
94
72

4/4

4. En las muestras presentadas ordene de menor a mayor intensidad de color, escribiendo en el espacio asignado los códigos de muestra.

Código

19
22
28
12

4/4

5. Anote los números que se les presenta en orden en el siguiente espacio.

12 ✓	8 ✓	6 ✓	29 ✓	57 ✓	45 ✓	5 ✓
3 ✓	15 ✓	74 ✓	2 ✓	6 ✓	97 ✓	5 ✓
7 ✓	16 ✓	73 ✓	26 ✓	42 ✓	35 ✓	96 ✓

21/21

Anexo 3.D: Boleta utilizada para prueba hedónica de cinco puntos, para determinar de contenido de azúcar en la formulación del refresco.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

Nombre: _____

Fecha: _____

Pruebe cada una de las muestras de refresco de rosa de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en el orden indicado a continuación. Coloque en la parte superior el código de las muestras y Marque con una "X" su grado de gusto o disgusto.



Le disgusta mucho



Le disgusta un poco



Ni le gusta ni le disgusta



Le gusta un poco




Le gusta mucho

CODIGO DE MUESTRA

560		X		
145				X
724			X	
232			X	
458				X
660				X

Anexo 3.E: Boleta utilizada para la prueba triangular para determinar si existe diferencia significativa entre la formulación propuesta y una formula imitadora.

①

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

Nombre: _____

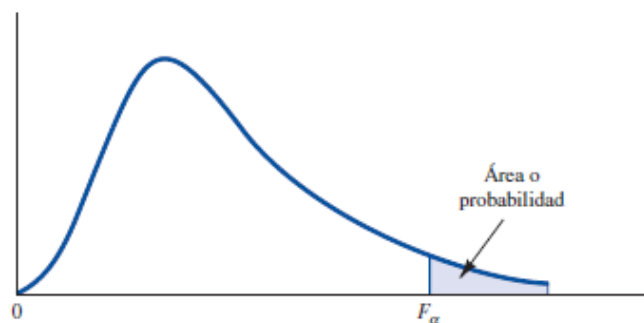
Fecha: _____

Se le presentan tres muestras de té de rosa de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Dos de estas muestras son iguales y una es diferente.

Pruébelas cuidadosamente de izquierda a derecha y encierre en un círculo la muestra diferente.

888 ^A 900 ^A 390 ^B

Anexo 4.A: Tabla de distribución estadística F.



Las entradas que aparecen en la tabla dan los valores de F_{α} , donde α es el área o probabilidad en la cola superior de la distribución F . Por ejemplo, para 4 grados de libertad en el numerador, 8 grados de libertad en el denominador y un área de 0.05 en la cola superior, $F_{0.05} = 3.84$.

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
1	0.10	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	61.22	61.74	62.05	62.26	62.53	62.79	63.01	63.30
	0.05	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	245.95	248.02	249.26	250.10	251.14	252.20	253.04	254.19
	0.025	647.79	799.48	864.15	899.60	921.83	937.11	948.20	956.64	963.28	968.63	984.87	993.08	998.09	1001.40	1005.60	1009.79	1013.16	1017.76
	0.01	4052.18	4999.34	5403.53	5624.26	5763.96	5858.95	5928.33	5980.95	6022.40	6055.93	6156.97	6208.66	6239.86	6260.35	6286.43	6312.97	6333.92	6362.80
2	0.10	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
	0.05	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43	19.45	19.46	19.46	19.47	19.48	19.49	19.49
	0.025	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50
	0.01	98.50	99.00	99.16	99.25	99.30	99.33	99.36	99.38	99.39	99.40	99.43	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.49	99.50
3	0.10	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.20	5.18	5.17	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
	0.05	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
	0.025	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.96	13.91
	0.01	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	26.87	26.69	26.58	26.50	26.41	26.32	26.24	26.14
4	0.10	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
	0.05	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
	0.025	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.66	8.56	8.50	8.46	8.41	8.36	8.32	8.26
	0.01	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.20	14.02	13.91	13.84	13.75	13.65	13.58	13.47
5	0.10	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.324	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.13	3.11
	0.05	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.43	4.41	4.37
	0.025	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.43	6.33	6.27	6.23	6.18	6.12	6.08	6.02
	0.01	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.72	9.55	9.45	9.38	9.29	9.20	9.13	9.03

(Continúa.)

Anexo 4.A: Tabla de distribución estadística F. Continuación

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
6	0.10	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.87	2.84	2.81	2.80	2.78	2.76	2.75	2.72
	0.05	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.74	3.71	3.67
	0.025	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.27	5.17	5.11	5.07	5.01	4.96	4.92	4.86
	0.01	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.56	7.40	7.30	7.23	7.14	7.06	6.99	6.89
7	0.10	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.63	2.59	2.57	2.56	2.54	2.51	2.50	2.47
	0.05	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
	0.025	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.57	4.47	4.40	4.36	4.31	4.25	4.21	4.15
	0.01	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.31	6.16	6.06	5.99	5.91	5.82	5.75	5.66
8	0.10	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.30
	0.05	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
	0.025	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.10	4.00	3.94	3.89	3.84	3.78	3.74	3.68
	0.01	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.52	5.36	5.26	5.20	5.12	5.03	4.96	4.87
9	0.10	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19	2.16
	0.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.79	2.76	2.71
	0.025	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.77	3.67	3.60	3.56	3.51	3.45	3.40	3.34
	0.01	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	4.96	4.81	4.71	4.65	4.57	4.48	4.41	4.32
10	0.10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.24	2.20	2.17	2.16	2.13	2.11	2.09	2.06
	0.05	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.62	2.59	2.54
	0.025	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.52	3.42	3.35	3.31	3.26	3.20	3.15	3.09
	0.01	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.56	4.41	4.31	4.25	4.17	4.08	4.01	3.92
11	0.10	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.01	1.98
	0.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.49	2.46	2.41
	0.025	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.33	3.23	3.16	3.12	3.06	3.00	2.96	2.89
	0.01	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.25	4.10	4.01	3.94	3.86	3.78	3.71	3.61
12	0.10	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.10	2.06	2.03	2.01	1.99	1.96	1.94	1.91
	0.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.38	2.35	2.30
	0.025	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.18	3.07	3.01	2.96	2.91	2.85	2.80	2.73
	0.01	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.01	3.86	3.76	3.70	3.62	3.54	3.47	3.37
13	0.10	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
	0.05	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.30	2.26	2.21
	0.025	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.05	2.95	2.88	2.84	2.78	2.72	2.67	2.60
	0.01	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.82	3.66	3.57	3.51	3.43	3.34	3.27	3.18
14	0.10	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.01	1.96	1.93	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
	0.05	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.22	2.19	2.14
	0.025	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	2.95	2.84	2.78	2.73	2.67	2.61	2.56	2.50
	0.01	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.66	3.51	3.41	3.35	3.27	3.18	3.11	3.02
15	0.10	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	1.97	1.92	1.89	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
	0.05	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.16	2.12	2.07
	0.025	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.86	2.76	2.69	2.64	2.59	2.52	2.47	2.40
	0.01	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.52	3.37	3.28	3.21	3.13	3.05	2.98	2.88

(Continúa.)

Anexo 4.A: Tabla de distribución estadística F. Continuación

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
16	0.10	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.94	1.89	1.86	1.84	1.81	1.78	1.76	1.72
	0.05	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.11	2.07	2.02
	0.025	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.79	2.68	2.61	2.57	2.51	2.45	2.40	2.32
	0.01	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.41	3.26	3.16	3.10	3.02	2.93	2.86	2.76
17	0.10	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.91	1.86	1.83	1.81	1.78	1.75	1.73	1.69
	0.05	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.06	2.02	1.97
	0.025	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.72	2.62	2.55	2.50	2.44	2.38	2.33	2.26
	0.01	8.40	6.11	5.19	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.31	3.16	3.07	3.00	2.92	2.83	2.76	2.66
18	0.10	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.89	1.84	1.80	1.78	1.75	1.72	1.70	1.66
	0.05	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.02	1.98	1.92
	0.025	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.67	2.56	2.49	2.44	2.38	2.32	2.27	2.20
	0.01	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.23	3.08	2.98	2.92	2.84	2.75	2.68	2.58
19	0.10	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.86	1.81	1.78	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64
	0.05	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.94	1.88
	0.025	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.62	2.51	2.44	2.39	2.33	2.27	2.22	2.14
	0.01	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.15	3.00	2.91	2.84	2.76	2.67	2.60	2.50
20	0.10	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.84	1.79	1.76	1.74	1.71	1.68	1.65	1.61
	0.05	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.95	1.91	1.85
	0.025	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.57	2.46	2.40	2.35	2.29	2.22	2.17	2.09
	0.01	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.09	2.94	2.84	2.78	2.69	2.61	2.54	2.43
21	0.10	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.83	1.78	1.74	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59
	0.05	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.88	1.82
	0.025	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.53	2.42	2.36	2.31	2.25	2.18	2.13	2.05
	0.01	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.03	2.88	2.79	2.72	2.64	2.55	2.48	2.37
22	0.10	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57
	0.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.89	1.85	1.79
	0.025	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.50	2.39	2.32	2.27	2.21	2.14	2.09	2.01
	0.01	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	2.98	2.83	2.73	2.67	2.58	2.50	2.42	2.32
23	0.10	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.80	1.74	1.71	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
	0.05	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.13	2.05	2.00	1.96	1.91	1.86	1.82	1.76
	0.025	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.47	2.36	2.29	2.24	2.18	2.11	2.06	1.98
	0.01	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	2.93	2.78	2.69	2.62	2.54	2.45	2.37	2.27
24	0.10	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.58	1.54
	0.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.84	1.80	1.74
	0.025	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.44	2.33	2.26	2.21	2.15	2.08	2.02	1.94
	0.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	2.89	2.74	2.64	2.58	2.49	2.40	2.33	2.22

(Continúa.)

Anexo 4.A: Tabla de distribución estadística F. Continuación

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
25	0.10	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.77	1.72	1.68	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
	0.05	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.78	1.72
	0.025	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.41	2.30	2.23	2.18	2.12	2.05	2.00	1.91
	0.01	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.85	2.70	2.60	2.54	2.45	2.36	2.29	2.18
26	0.10	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.76	1.71	1.67	1.65	1.61	1.58	1.55	1.51
	0.05	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.07	1.99	1.94	1.90	1.85	1.80	1.76	1.70
	0.025	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.39	2.28	2.21	2.16	2.09	2.03	1.97	1.89
	0.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.81	2.66	2.57	2.50	2.42	2.33	2.25	2.14
27	0.10	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.75	1.70	1.66	1.64	1.60	1.57	1.54	1.50
	0.05	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.06	1.97	1.92	1.88	1.84	1.79	1.74	1.68
	0.025	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.36	2.25	2.18	2.13	2.07	2.00	1.94	1.86
	0.01	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.78	2.63	2.54	2.47	2.38	2.29	2.22	2.11
28	0.10	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.74	1.69	1.65	1.63	1.59	1.56	1.53	1.48
	0.05	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.73	1.66
	0.025	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.34	2.23	2.16	2.11	2.05	1.98	1.92	1.84
	0.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.75	2.60	2.51	2.44	2.35	2.26	2.19	2.08
29	0.10	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.73	1.68	1.64	1.62	1.58	1.55	1.52	1.47
	0.05	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.03	1.94	1.89	1.85	1.81	1.75	1.71	1.65
	0.025	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.32	2.21	2.14	2.09	2.03	1.96	1.90	1.82
	0.01	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.73	2.57	2.48	2.41	2.33	2.23	2.16	2.05
30	0.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.72	1.67	1.63	1.61	1.57	1.54	1.51	1.46
	0.05	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.74	1.70	1.63
	0.025	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.31	2.20	2.12	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80
	0.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.70	2.55	2.45	2.39	2.30	2.21	2.13	2.02
40	0.10	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.43	1.38
	0.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.64	1.59	1.52
	0.025	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.18	2.07	1.99	1.94	1.88	1.80	1.74	1.65
	0.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.52	2.37	2.27	2.20	2.11	2.02	1.94	1.82
60	0.10	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.60	1.54	1.50	1.48	1.44	1.40	1.36	1.30
	0.05	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.84	1.75	1.69	1.65	1.59	1.53	1.48	1.40
	0.025	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.06	1.94	1.87	1.82	1.74	1.67	1.60	1.49
	0.01	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.35	2.20	2.10	2.03	1.94	1.84	1.75	1.62
100	0.10	2.76	2.36	2.14	2.00	1.91	1.83	1.78	1.73	1.69	1.66	1.56	1.49	1.45	1.42	1.38	1.34	1.29	1.22
	0.05	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.77	1.68	1.62	1.57	1.52	1.45	1.39	1.30
	0.025	5.18	3.83	3.25	2.92	2.70	2.54	2.42	2.32	2.24	2.18	1.97	1.85	1.77	1.71	1.64	1.56	1.48	1.36
	0.01	6.90	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.82	2.69	2.59	2.50	2.22	2.07	1.97	1.89	1.80	1.69	1.60	1.45
1000	0.10	2.71	2.31	2.09	1.95	1.85	1.78	1.72	1.68	1.64	1.61	1.49	1.43	1.38	1.35	1.30	1.25	1.20	1.08
	0.05	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	1.84	1.68	1.58	1.52	1.47	1.41	1.33	1.26	1.11
	0.025	5.04	3.70	3.13	2.80	2.58	2.42	2.30	2.20	2.13	2.06	1.85	1.72	1.64	1.58	1.50	1.41	1.32	1.13
	0.01	6.66	4.63	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	2.34	2.06	1.90	1.79	1.72	1.61	1.50	1.38	1.16

Fuente: Anderson, Sweeney, & Williams (2008)

Anexo 4.B: Tabla de distribución estadística, valores críticos Q.

Valores Críticos (Valores Q) de la Nueva Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan al Nivel de Significancia de 5%

ν	p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2		6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3		4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4		3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5		3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6		3.461	3.587	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7		3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8		3.261	3.399	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9		3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10		3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522	3.525	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11		3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501	3.506	3.509	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12		3.082	3.225	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484	3.491	3.496	3.498	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13		3.055	3.200	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470	3.478	3.484	3.488	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14		3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457	3.467	3.474	3.479	3.482	3.484	3.484	3.485	3.485	3.485
15		3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446	3.457	3.465	3.471	3.476	3.478	3.480	3.481	3.481	3.481
16		2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437	3.449	3.458	3.465	3.470	3.473	3.477	3.478	3.478	3.478
17		2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429	3.441	3.451	3.459	3.465	3.469	3.473	3.475	3.476	3.476
18		2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421	3.435	3.445	3.454	3.460	3.465	3.470	3.472	3.474	3.474
19		2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415	3.429	3.440	3.449	3.456	3.462	3.467	3.470	3.472	3.473
20		2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409	3.424	3.436	3.445	3.453	3.459	3.464	3.467	3.470	3.472
24		2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390	3.406	3.420	3.432	3.441	3.449	3.456	3.461	3.465	3.469
30		2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371	3.389	3.405	3.418	3.430	3.439	3.447	3.454	3.460	3.466
40		2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352	3.373	3.390	3.405	3.418	3.429	3.439	3.448	3.456	3.463
60		2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333	3.355	3.374	3.391	3.406	3.419	3.431	3.442	3.451	3.460
120		2.800	2.947	3.045	3.118	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314	3.337	3.359	3.377	3.394	3.409	3.423	3.435	3.446	3.457
∞		2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294	3.320	3.343	3.363	3.382	3.399	3.414	3.428	3.442	3.454

ν = gl(Error). p = número de medias dentro de la amplitud o intervalo de variación que se comparan.

Continúa

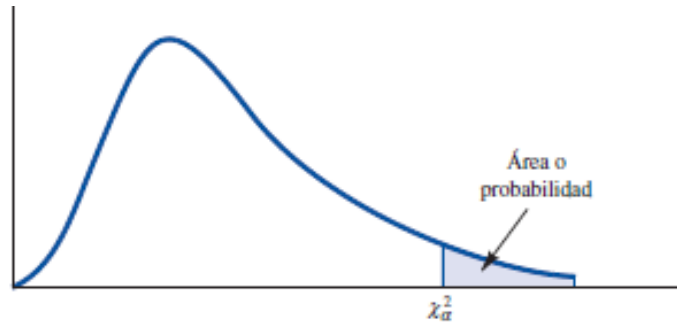
Anexo 4.B: Tabla de distribución estadística, valores críticos Q. Continuación

Valores Críticos (Valores Q) de la Nueva Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan al Nivel de Significancia de 5%

<i>r</i>	<i>p</i>	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	50	60	70	80	90	100
1		17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2		6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3		4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4		4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5		3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6		3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7		3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8		3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9		3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10		3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11		3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12		3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13		3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14		3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485
15		3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481
16		3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478
17		3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476
18		3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
19		3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
20		3.473	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
24		3.471	3.475	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477
30		3.470	3.477	3.481	3.484	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486
40		3.469	3.479	3.486	3.492	3.497	3.500	3.503	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504
60		3.467	3.481	3.492	3.501	3.509	3.515	3.521	3.525	3.529	3.531	3.534	3.537	3.537	3.537	3.537	3.537	3.537
120		3.466	3.483	3.498	3.511	3.522	3.532	3.541	3.548	3.555	3.561	3.566	3.585	3.596	3.600	3.601	3.601	3.601
∞		3.466	3.486	3.505	3.522	3.536	3.550	3.562	3.574	3.584	3.594	3.603	3.640	3.668	3.690	3.708	3.722	3.735

Fuente: Watts, Yimaki, Jeffery, & Elias (1992)

Anexo 4.C: Tabla de distribución estadística Chi Cuadrado.



Las entradas que aparecen en la tabla dan los valores de χ_{α}^2 , donde α es el área o probabilidad en la cola superior de la distribución chi-cuadrada. Por ejemplo, para 10 grados de libertad y un área de 0.01 en la cola superior, $\chi_{0.01}^2 = 23.209$.

Grados de libertad	Áreas en la cola superior									
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.647	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.041	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.878	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.994
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.335

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales.

Las entradas que aparecen en la tabla dan la probabilidad de x éxitos en n ensayos en un experimento binomial, donde p es la probabilidad de un éxito en un ensayo. Por ejemplo, para seis ensayos y $p = 0.05$, la probabilidad de dos éxitos es 0.0305.

n	x	p								
		0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2	0	0.9801	0.9604	0.9409	0.9216	0.9025	0.8836	0.8649	0.8464	0.8281
	1	0.0198	0.0392	0.0582	0.0768	0.0950	0.1128	0.1302	0.1472	0.1638
	2	0.0001	0.0004	0.0009	0.0016	0.0025	0.0036	0.0049	0.0064	0.0081
3	0	0.9703	0.9412	0.9127	0.8847	0.8574	0.8306	0.8044	0.7787	0.7536
	1	0.0294	0.0576	0.0847	0.1106	0.1354	0.1590	0.1816	0.2031	0.2236
	2	0.0003	0.0012	0.0026	0.0046	0.0071	0.0102	0.0137	0.0177	0.0221
	3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0007
4	0	0.9606	0.9224	0.8853	0.8493	0.8145	0.7807	0.7481	0.7164	0.6857
	1	0.0388	0.0753	0.1095	0.1416	0.1715	0.1993	0.2252	0.2492	0.2713
	2	0.0006	0.0023	0.0051	0.0088	0.0135	0.0191	0.0254	0.0325	0.0402
	3	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0005	0.0008	0.0013	0.0019	0.0027
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
5	0	0.9510	0.9039	0.8587	0.8154	0.7738	0.7339	0.6957	0.6591	0.6240
	1	0.0480	0.0922	0.1328	0.1699	0.2036	0.2342	0.2618	0.2866	0.3086
	2	0.0010	0.0038	0.0082	0.0142	0.0214	0.0299	0.0394	0.0498	0.0610
	3	0.0000	0.0001	0.0003	0.0006	0.0011	0.0019	0.0030	0.0043	0.0060
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0	0.9415	0.8858	0.8330	0.7828	0.7351	0.6899	0.6470	0.6064	0.5679
	1	0.0571	0.1085	0.1546	0.1957	0.2321	0.2642	0.2922	0.3164	0.3370
	2	0.0014	0.0055	0.0120	0.0204	0.0305	0.0422	0.0550	0.0688	0.0833
	3	0.0000	0.0002	0.0005	0.0011	0.0021	0.0036	0.0055	0.0080	0.0110
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0	0.9321	0.8681	0.8080	0.7514	0.6983	0.6485	0.6017	0.5578	0.5168
	1	0.0659	0.1240	0.1749	0.2192	0.2573	0.2897	0.3170	0.3396	0.3578
	2	0.0020	0.0076	0.0162	0.0274	0.0406	0.0555	0.0716	0.0886	0.1061
	3	0.0000	0.0003	0.0008	0.0019	0.0036	0.0059	0.0090	0.0128	0.0175
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0011	0.0017
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0	0.9227	0.8508	0.7837	0.7214	0.6634	0.6096	0.5596	0.5132	0.4703
	1	0.0746	0.1389	0.1939	0.2405	0.2793	0.3113	0.3370	0.3570	0.3721
	2	0.0026	0.0099	0.0210	0.0351	0.0515	0.0695	0.0888	0.1087	0.1288
	3	0.0001	0.0004	0.0013	0.0029	0.0054	0.0089	0.0134	0.0189	0.0255
	4	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0013	0.0021	0.0031
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales. Continuación

<i>n</i>	<i>x</i>	<i>P</i>								
		0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
18	0	0.8345	0.6951	0.5780	0.4796	0.3972	0.3283	0.2708	0.2229	0.1831
	1	0.1517	0.2554	0.3217	0.3597	0.3763	0.3772	0.3669	0.3489	0.3260
	2	0.0130	0.0443	0.0846	0.1274	0.1683	0.2047	0.2348	0.2579	0.2741
	3	0.0007	0.0048	0.0140	0.0283	0.0473	0.0697	0.0942	0.1196	0.1446
	4	0.0000	0.0004	0.0016	0.0044	0.0093	0.0167	0.0266	0.0390	0.0536
	5	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0014	0.0030	0.0056	0.0095	0.0148
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0009	0.0018	0.0032
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0005
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0	0.8179	0.6676	0.5438	0.4420	0.3585	0.2901	0.2342	0.1887	0.1516
	1	0.1652	0.2725	0.3364	0.3683	0.3774	0.3703	0.3526	0.3282	0.3000
	2	0.0159	0.0528	0.0988	0.1458	0.1887	0.2246	0.2521	0.2711	0.2818
	3	0.0010	0.0065	0.0183	0.0364	0.0596	0.0860	0.1139	0.1414	0.1672
	4	0.0000	0.0006	0.0024	0.0065	0.0133	0.0233	0.0364	0.0523	0.0703
	5	0.0000	0.0000	0.0002	0.0009	0.0022	0.0048	0.0088	0.0145	0.0222
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0017	0.0032	0.0055
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0005	0.0011
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales. Continuación

<i>n</i>	<i>x</i>	<i>p</i>								
		0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
2	0	0.8100	0.7225	0.6400	0.5625	0.4900	0.4225	0.3600	0.3025	0.2500
	1	0.1800	0.2550	0.3200	0.3750	0.4200	0.4550	0.4800	0.4950	0.5000
	2	0.0100	0.0225	0.0400	0.0625	0.0900	0.1225	0.1600	0.2025	0.2500
3	0	0.7290	0.6141	0.5120	0.4219	0.3430	0.2746	0.2160	0.1664	0.1250
	1	0.2430	0.3251	0.3840	0.4219	0.4410	0.4436	0.4320	0.4084	0.3750
	2	0.0270	0.0574	0.0960	0.1406	0.1890	0.2389	0.2880	0.3341	0.3750
	3	0.0010	0.0034	0.0080	0.0156	0.0270	0.0429	0.0640	0.0911	0.1250
4	0	0.6561	0.5220	0.4096	0.3164	0.2401	0.1785	0.1296	0.0915	0.0625
	1	0.2916	0.3685	0.4096	0.4219	0.4116	0.3845	0.3456	0.2995	0.2500
	2	0.0486	0.0975	0.1536	0.2109	0.2646	0.3105	0.3456	0.3675	0.3750
	3	0.0036	0.0115	0.0256	0.0469	0.0756	0.1115	0.1536	0.2005	0.2500
	4	0.0001	0.0005	0.0016	0.0039	0.0081	0.0150	0.0256	0.0410	0.0625
5	0	0.5905	0.4437	0.3277	0.2373	0.1681	0.1160	0.0778	0.0503	0.0312
	1	0.3280	0.3915	0.4096	0.3955	0.3602	0.3124	0.2592	0.2059	0.1562
	2	0.0729	0.1382	0.2048	0.2637	0.3087	0.3364	0.3456	0.3369	0.3125
	3	0.0081	0.0244	0.0512	0.0879	0.1323	0.1811	0.2304	0.2757	0.3125
	4	0.0004	0.0022	0.0064	0.0146	0.0284	0.0488	0.0768	0.1128	0.1562
	5	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0024	0.0053	0.0102	0.0185	0.0312
6	0	0.5314	0.3771	0.2621	0.1780	0.1176	0.0754	0.0467	0.0277	0.0156
	1	0.3543	0.3993	0.3932	0.3560	0.3025	0.2437	0.1866	0.1359	0.0938
	2	0.0984	0.1762	0.2458	0.2966	0.3241	0.3280	0.3110	0.2780	0.2344
	3	0.0146	0.0415	0.0819	0.1318	0.1852	0.2355	0.2765	0.3032	0.3125
	4	0.0012	0.0055	0.0154	0.0330	0.0595	0.0951	0.1382	0.1861	0.2344
	5	0.0001	0.0004	0.0015	0.0044	0.0102	0.0205	0.0369	0.0609	0.0938
	6	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0018	0.0041	0.0083	0.0156
7	0	0.4783	0.3206	0.2097	0.1335	0.0824	0.0490	0.0280	0.0152	0.0078
	1	0.3720	0.3960	0.3670	0.3115	0.2471	0.1848	0.1306	0.0872	0.0547
	2	0.1240	0.2097	0.2753	0.3115	0.3177	0.2985	0.2613	0.2140	0.1641
	3	0.0230	0.0617	0.1147	0.1730	0.2269	0.2679	0.2903	0.2918	0.2734
	4	0.0026	0.0109	0.0287	0.0577	0.0972	0.1442	0.1935	0.2388	0.2734
	5	0.0002	0.0012	0.0043	0.0115	0.0250	0.0466	0.0774	0.1172	0.1641
	6	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0036	0.0084	0.0172	0.0320	0.0547
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0016	0.0037	0.0078
8	0	0.4305	0.2725	0.1678	0.1001	0.0576	0.0319	0.0168	0.0084	0.0039
	1	0.3826	0.3847	0.3355	0.2670	0.1977	0.1373	0.0896	0.0548	0.0312
	2	0.1488	0.2376	0.2936	0.3115	0.2965	0.2587	0.2090	0.1569	0.1094
	3	0.0331	0.0839	0.1468	0.2076	0.2541	0.2786	0.2787	0.2568	0.2188
	4	0.0046	0.0185	0.0459	0.0865	0.1361	0.1875	0.2322	0.2627	0.2734
	5	0.0004	0.0026	0.0092	0.0231	0.0467	0.0808	0.1239	0.1719	0.2188
	6	0.0000	0.0002	0.0011	0.0038	0.0100	0.0217	0.0413	0.0703	0.1094
	7	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0012	0.0033	0.0079	0.0164	0.0313
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0017	0.0039

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales Continuación

<i>n</i>	<i>x</i>	<i>p</i>								
		0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
9	0	0.3874	0.2316	0.1342	0.0751	0.0404	0.0207	0.0101	0.0046	0.0020
	1	0.3874	0.3679	0.3020	0.2253	0.1556	0.1004	0.0605	0.0339	0.0176
	2	0.1722	0.2597	0.3020	0.3003	0.2668	0.2162	0.1612	0.1110	0.0703
	3	0.0446	0.1069	0.1762	0.2336	0.2668	0.2716	0.2508	0.2119	0.1641
	4	0.0074	0.0283	0.0661	0.1168	0.1715	0.2194	0.2508	0.2600	0.2461
	5	0.0008	0.0050	0.0165	0.0389	0.0735	0.1181	0.1672	0.2128	0.2461
	6	0.0001	0.0006	0.0028	0.0087	0.0210	0.0424	0.0743	0.1160	0.1641
	7	0.0000	0.0000	0.0003	0.0012	0.0039	0.0098	0.0212	0.0407	0.0703
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0035	0.0083	0.0176
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0020	
10	0	0.3487	0.1969	0.1074	0.0563	0.0282	0.0135	0.0060	0.0025	0.0010
	1	0.3874	0.3474	0.2684	0.1877	0.1211	0.0725	0.0403	0.0207	0.0098
	2	0.1937	0.2759	0.3020	0.2816	0.2335	0.1757	0.1209	0.0763	0.0439
	3	0.0574	0.1298	0.2013	0.2503	0.2668	0.2522	0.2150	0.1665	0.1172
	4	0.0112	0.0401	0.0881	0.1460	0.2001	0.2377	0.2508	0.2384	0.2051
	5	0.0015	0.0085	0.0264	0.0584	0.1029	0.1536	0.2007	0.2340	0.2461
	6	0.0001	0.0012	0.0055	0.0162	0.0368	0.0689	0.1115	0.1596	0.2051
	7	0.0000	0.0001	0.0008	0.0031	0.0090	0.0212	0.0425	0.0746	0.1172
	8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0014	0.0043	0.0106	0.0229	0.0439
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016	0.0042	0.0098
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	
12	0	0.2824	0.1422	0.0687	0.0317	0.0138	0.0057	0.0022	0.0008	0.0002
	1	0.3766	0.3012	0.2062	0.1267	0.0712	0.0368	0.0174	0.0075	0.0029
	2	0.2301	0.2924	0.2835	0.2323	0.1678	0.1088	0.0639	0.0339	0.0161
	3	0.0853	0.1720	0.2362	0.2581	0.2397	0.1954	0.1419	0.0923	0.0537
	4	0.0213	0.0683	0.1329	0.1936	0.2311	0.2367	0.2128	0.1700	0.1208
	5	0.0038	0.0193	0.0532	0.1032	0.1585	0.2039	0.2270	0.2225	0.1934
	6	0.0005	0.0040	0.0155	0.0401	0.0792	0.1281	0.1766	0.2124	0.2256
	7	0.0000	0.0006	0.0033	0.0115	0.0291	0.0591	0.1009	0.1489	0.1934
	8	0.0000	0.0001	0.0005	0.0024	0.0078	0.0199	0.0420	0.0762	0.1208
	9	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0015	0.0048	0.0125	0.0277	0.0537
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0008	0.0025	0.0068	0.0161
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0029
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	
15	0	0.2059	0.0874	0.0352	0.0134	0.0047	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000
	1	0.3432	0.2312	0.1319	0.0668	0.0305	0.0126	0.0047	0.0016	0.0005
	2	0.2669	0.2856	0.2309	0.1559	0.0916	0.0476	0.0219	0.0090	0.0032
	3	0.1285	0.2184	0.2501	0.2252	0.1700	0.1110	0.0634	0.0318	0.0139
	4	0.0428	0.1156	0.1876	0.2252	0.2186	0.1792	0.1268	0.0780	0.0417
	5	0.0105	0.0449	0.1032	0.1651	0.2061	0.2123	0.1859	0.1404	0.0916
	6	0.0019	0.0132	0.0430	0.0917	0.1472	0.1906	0.2066	0.1914	0.1527
	7	0.0003	0.0030	0.0138	0.0393	0.0811	0.1319	0.1771	0.2013	0.1964
	8	0.0000	0.0005	0.0035	0.0131	0.0348	0.0710	0.1181	0.1647	0.1964
	9	0.0000	0.0001	0.0007	0.0034	0.0016	0.0298	0.0612	0.1048	0.1527
	10	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0030	0.0096	0.0245	0.0515	0.0916
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0024	0.0074	0.0191	0.0417
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0016	0.0052	0.0139
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0032
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales Continuación

<i>n</i>	<i>x</i>	<i>p</i>								
		0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
18	0	0.1501	0.0536	0.0180	0.0056	0.0016	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.3002	0.1704	0.0811	0.0338	0.0126	0.0042	0.0012	0.0003	0.0001
	2	0.2835	0.2556	0.1723	0.0958	0.0458	0.0190	0.0069	0.0022	0.0006
	3	0.1680	0.2406	0.2297	0.1704	0.1046	0.0547	0.0246	0.0095	0.0031
	4	0.0700	0.1592	0.2153	0.2130	0.1681	0.1104	0.0614	0.0291	0.0117
	5	0.0218	0.0787	0.1507	0.1988	0.2017	0.1664	0.1146	0.0666	0.0327
	6	0.0052	0.0301	0.0816	0.1436	0.1873	0.1941	0.1655	0.1181	0.0708
	7	0.0010	0.0091	0.0350	0.0820	0.1376	0.1792	0.1892	0.1657	0.1214
	8	0.0002	0.0022	0.0120	0.0376	0.0811	0.1327	0.1734	0.1864	0.1669
	9	0.0000	0.0004	0.0033	0.0139	0.0386	0.0794	0.1284	0.1694	0.1855
	10	0.0000	0.0001	0.0008	0.0042	0.0149	0.0385	0.0771	0.1248	0.1669
	11	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0046	0.0151	0.0374	0.0742	0.1214
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0047	0.0145	0.0354	0.0708
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0045	0.0134	0.0327
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0039	0.0117
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0009	0.0031
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0	0.1216	0.0388	0.0115	0.0032	0.0008	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.2702	0.1368	0.0576	0.0211	0.0068	0.0020	0.0005	0.0001	0.0000
	2	0.2852	0.2293	0.1369	0.0669	0.0278	0.0100	0.0031	0.0008	0.0002
	3	0.1901	0.2428	0.2054	0.1339	0.0716	0.0323	0.0123	0.0040	0.0011
	4	0.0898	0.1821	0.2182	0.1897	0.1304	0.0738	0.0350	0.0139	0.0046
	5	0.0319	0.1028	0.1746	0.2023	0.1789	0.1272	0.0746	0.0365	0.0148
	6	0.0089	0.0454	0.1091	0.1686	0.1916	0.1712	0.1244	0.0746	0.0370
	7	0.0020	0.0160	0.0545	0.1124	0.1643	0.1844	0.1659	0.1221	0.0739
	8	0.0004	0.0046	0.0222	0.0609	0.1144	0.1614	0.1797	0.1623	0.1201
	9	0.0001	0.0011	0.0074	0.0271	0.0654	0.1158	0.1597	0.1771	0.1602
	10	0.0000	0.0002	0.0020	0.0099	0.0308	0.0686	0.1171	0.1593	0.1762
	11	0.0000	0.0000	0.0005	0.0030	0.0120	0.0336	0.0710	0.1185	0.1602
	12	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008	0.0039	0.0136	0.0355	0.0727	0.1201
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0010	0.0045	0.0146	0.0366	0.0739
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0049	0.0150	0.0370
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0013	0.0049	0.0148
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0013	0.0046
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
	19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales. Continuación

<i>n</i>	<i>x</i>	<i>p</i>								
		0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
2	0	0.2025	0.1600	0.1225	0.0900	0.0625	0.0400	0.0225	0.0100	0.0025
	1	0.4950	0.4800	0.4550	0.4200	0.3750	0.3200	0.2550	0.1800	0.0950
	2	0.3025	0.3600	0.4225	0.4900	0.5625	0.6400	0.7225	0.8100	0.9025
3	0	0.0911	0.0640	0.0429	0.0270	0.0156	0.0080	0.0034	0.0010	0.0001
	1	0.3341	0.2880	0.2389	0.1890	0.1406	0.0960	0.0574	0.0270	0.0071
	2	0.4084	0.4320	0.4436	0.4410	0.4219	0.3840	0.3251	0.2430	0.1354
	3	0.1664	0.2160	0.2746	0.3430	0.4219	0.5120	0.6141	0.7290	0.8574
4	0	0.0410	0.0256	0.0150	0.0081	0.0039	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000
	1	0.2005	0.1536	0.1115	0.0756	0.0469	0.0256	0.0115	0.0036	0.0005
	2	0.3675	0.3456	0.3105	0.2646	0.2109	0.1536	0.0975	0.0486	0.0135
	3	0.2995	0.3456	0.3845	0.4116	0.4219	0.4096	0.3685	0.2916	0.1715
	4	0.0915	0.1296	0.1785	0.2401	0.3164	0.4096	0.5220	0.6561	0.8145
5	0	0.0185	0.0102	0.0053	0.0024	0.0010	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.1128	0.0768	0.0488	0.0284	0.0146	0.0064	0.0022	0.0005	0.0000
	2	0.2757	0.2304	0.1811	0.1323	0.0879	0.0512	0.0244	0.0081	0.0011
	3	0.3369	0.3456	0.3364	0.3087	0.2637	0.2048	0.1382	0.0729	0.0214
	4	0.2059	0.2592	0.3124	0.3601	0.3955	0.4096	0.3915	0.3281	0.2036
	5	0.0503	0.0778	0.1160	0.1681	0.2373	0.3277	0.4437	0.5905	0.7738
6	0	0.0083	0.0041	0.0018	0.0007	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0609	0.0369	0.0205	0.0102	0.0044	0.0015	0.0004	0.0001	0.0000
	2	0.1861	0.1382	0.0951	0.0595	0.0330	0.0154	0.0055	0.0012	0.0001
	3	0.3032	0.2765	0.2355	0.1852	0.1318	0.0819	0.0415	0.0146	0.0021
	4	0.2780	0.3110	0.3280	0.3241	0.2966	0.2458	0.1762	0.0984	0.0305
	5	0.1359	0.1866	0.2437	0.3025	0.3560	0.3932	0.3993	0.3543	0.2321
	6	0.0277	0.0467	0.0754	0.1176	0.1780	0.2621	0.3771	0.5314	0.7351
7	0	0.0037	0.0016	0.0006	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0320	0.0172	0.0084	0.0036	0.0013	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
	2	0.1172	0.0774	0.0466	0.0250	0.0115	0.0043	0.0012	0.0002	0.0000
	3	0.2388	0.1935	0.1442	0.0972	0.0577	0.0287	0.0109	0.0026	0.0002
	4	0.2918	0.2903	0.2679	0.2269	0.1730	0.1147	0.0617	0.0230	0.0036
	5	0.2140	0.2613	0.2985	0.3177	0.3115	0.2753	0.2097	0.1240	0.0406
	6	0.0872	0.1306	0.1848	0.2471	0.3115	0.3670	0.3960	0.3720	0.2573
	7	0.0152	0.0280	0.0490	0.0824	0.1335	0.2097	0.3206	0.4783	0.6983
8	0	0.0017	0.0007	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0164	0.0079	0.0033	0.0012	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0703	0.0413	0.0217	0.0100	0.0038	0.0011	0.0002	0.0000	0.0000
	3	0.1719	0.1239	0.0808	0.0467	0.0231	0.0092	0.0026	0.0004	0.0000
	4	0.2627	0.2322	0.1875	0.1361	0.0865	0.0459	0.0185	0.0046	0.0004
	5	0.2568	0.2787	0.2786	0.2541	0.2076	0.1468	0.0839	0.0331	0.0054
	6	0.1569	0.2090	0.2587	0.2965	0.3115	0.2936	0.2376	0.1488	0.0515
	7	0.0548	0.0896	0.1373	0.1977	0.2670	0.3355	0.3847	0.3826	0.2793
	8	0.0084	0.0168	0.0319	0.0576	0.1001	0.1678	0.2725	0.4305	0.6634

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales. Continuación

<i>n</i>	<i>x</i>	<i>p</i>								
		0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
9	0	0.0008	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0083	0.0035	0.0013	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0407	0.0212	0.0098	0.0039	0.0012	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.1160	0.0743	0.0424	0.0210	0.0087	0.0028	0.0006	0.0001	0.0000
	4	0.2128	0.1672	0.1181	0.0735	0.0389	0.0165	0.0050	0.0008	0.0000
	5	0.2600	0.2508	0.2194	0.1715	0.1168	0.0661	0.0283	0.0074	0.0006
	6	0.2119	0.2508	0.2716	0.2668	0.2336	0.1762	0.1069	0.0446	0.0077
	7	0.1110	0.1612	0.2162	0.2668	0.3003	0.3020	0.2597	0.1722	0.0629
	8	0.0339	0.0605	0.1004	0.1556	0.2253	0.3020	0.3679	0.3874	0.2985
9	0.0046	0.0101	0.0207	0.0404	0.0751	0.1342	0.2316	0.3874	0.6302	
10	0	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0042	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0229	0.0106	0.0043	0.0014	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0746	0.0425	0.0212	0.0090	0.0031	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000
	4	0.1596	0.1115	0.0689	0.0368	0.0162	0.0055	0.0012	0.0001	0.0000
	5	0.2340	0.2007	0.1536	0.1029	0.0584	0.0264	0.0085	0.0015	0.0001
	6	0.2384	0.2508	0.2377	0.2001	0.1460	0.0881	0.0401	0.0112	0.0010
	7	0.1665	0.2150	0.2522	0.2668	0.2503	0.2013	0.1298	0.0574	0.0105
	8	0.0763	0.1209	0.1757	0.2335	0.2816	0.3020	0.2759	0.1937	0.0746
	9	0.0207	0.0403	0.0725	0.1211	0.1877	0.2684	0.3474	0.3874	0.3151
10	0.0025	0.0060	0.0135	0.0282	0.0563	0.1074	0.1969	0.3487	0.5987	
12	0	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0010	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0068	0.0025	0.0008	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0277	0.0125	0.0048	0.0015	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0762	0.0420	0.0199	0.0078	0.0024	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000
	5	0.1489	0.1009	0.0591	0.0291	0.0115	0.0033	0.0006	0.0000	0.0000
	6	0.2124	0.1766	0.1281	0.0792	0.0401	0.0155	0.0040	0.0005	0.0000
	7	0.2225	0.2270	0.2039	0.1585	0.1032	0.0532	0.0193	0.0038	0.0002
	8	0.1700	0.2128	0.2367	0.2311	0.1936	0.1329	0.0683	0.0213	0.0021
	9	0.0923	0.1419	0.1954	0.2397	0.2581	0.2362	0.1720	0.0852	0.0173
	10	0.0339	0.0639	0.1088	0.1678	0.2323	0.2835	0.2924	0.2301	0.0988
	11	0.0075	0.0174	0.0368	0.0712	0.1267	0.2062	0.3012	0.3766	0.3413
12	0.0008	0.0022	0.0057	0.0138	0.0317	0.0687	0.1422	0.2824	0.5404	
15	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0010	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0052	0.0016	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0191	0.0074	0.0024	0.0006	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.0515	0.0245	0.0096	0.0030	0.0007	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.1048	0.0612	0.0298	0.0116	0.0034	0.0007	0.0001	0.0000	0.0000
	7	0.1647	0.1181	0.0710	0.0348	0.0131	0.0035	0.0005	0.0000	0.0000
	8	0.2013	0.1771	0.1319	0.0811	0.0393	0.0138	0.0030	0.0003	0.0000
	9	0.1914	0.2066	0.1906	0.1472	0.0917	0.0430	0.0132	0.0019	0.0000
	10	0.1404	0.1859	0.2123	0.2061	0.1651	0.1032	0.0449	0.0105	0.0006
11	0.0780	0.1268	0.1792	0.2186	0.2252	0.1876	0.1156	0.0428	0.0049	

(Continúa)

Anexo 4.D: Tabla de Probabilidades Binomiales. Continuación

<i>n</i>	<i>x</i>	<i>p</i>								
		0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
	12	0.0318	0.0634	0.1110	0.1700	0.2252	0.2501	0.2184	0.1285	0.0307
	13	0.0090	0.0219	0.0476	0.0916	0.1559	0.2309	0.2856	0.2669	0.1348
	14	0.0016	0.0047	0.0126	0.0305	0.0668	0.1319	0.2312	0.3432	0.3658
	15	0.0001	0.0005	0.0016	0.0047	0.0134	0.0352	0.0874	0.2059	0.4633
18	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0009	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0039	0.0011	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.0134	0.0045	0.0012	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0354	0.0145	0.0047	0.0012	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0742	0.0374	0.0151	0.0046	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.1248	0.0771	0.0385	0.0149	0.0042	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000
	9	0.1694	0.1284	0.0794	0.0386	0.0139	0.0033	0.0004	0.0000	0.0000
	10	0.1864	0.1734	0.1327	0.0811	0.0376	0.0120	0.0022	0.0002	0.0000
	11	0.1657	0.1892	0.1792	0.1376	0.0820	0.0350	0.0091	0.0010	0.0000
	12	0.1181	0.1655	0.1941	0.1873	0.1436	0.0816	0.0301	0.0052	0.0002
	13	0.0666	0.1146	0.1664	0.2017	0.1988	0.1507	0.0787	0.0218	0.0014
	14	0.0291	0.0614	0.1104	0.1681	0.2130	0.2153	0.1592	0.0700	0.0093
	15	0.0095	0.0246	0.0547	0.1046	0.1704	0.2297	0.2406	0.1680	0.0473
	16	0.0022	0.0069	0.0190	0.0458	0.0958	0.1723	0.2556	0.2835	0.1683
	17	0.0003	0.0012	0.0042	0.0126	0.0338	0.0811	0.1704	0.3002	0.3763
18	0.0000	0.0001	0.0004	0.0016	0.0056	0.0180	0.0536	0.1501	0.3972	
20	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0013	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.0049	0.0013	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0150	0.0049	0.0012	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0366	0.0146	0.0045	0.0010	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.0727	0.0355	0.0136	0.0039	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	9	0.1185	0.0710	0.0336	0.0120	0.0030	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.1593	0.1171	0.0686	0.0308	0.0099	0.0020	0.0002	0.0000	0.0000
	11	0.1771	0.1597	0.1158	0.0654	0.0271	0.0074	0.0011	0.0001	0.0000
	12	0.1623	0.1797	0.1614	0.1144	0.0609	0.0222	0.0046	0.0004	0.0000
	13	0.1221	0.1659	0.1844	0.1643	0.1124	0.0545	0.0160	0.0020	0.0000
	14	0.0746	0.1244	0.1712	0.1916	0.1686	0.1091	0.0454	0.0089	0.0003
	15	0.0365	0.0746	0.1272	0.1789	0.2023	0.1746	0.1028	0.0319	0.0022
	16	0.0139	0.0350	0.0738	0.1304	0.1897	0.2182	0.1821	0.0898	0.0133
	17	0.0040	0.0123	0.0323	0.0716	0.1339	0.2054	0.2428	0.1901	0.0596
	18	0.0008	0.0031	0.0100	0.0278	0.0669	0.1369	0.2293	0.2852	0.1887
	19	0.0001	0.0005	0.0020	0.0068	0.0211	0.0576	0.1368	0.2702	0.3774
	20	0.0000	0.0000	0.0002	0.0008	0.0032	0.0115	0.0388	0.1216	0.3585

Fuente: Anderson, Sweeney, & Williams (2008)

**Anexo 5: Resultado de análisis de sólidos totales en refresco, realizado en la
Facultad de Ciencias Agronómicas**

Anexo 5.A: Resultados en la determinación de sólidos totales.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha: Ciudad Universitaria, 28 de julio de 2016
Fecha de ingreso: 25 / julio / 2016
Tipo de Muestra: Té rosa de jamaica
Análisis solicitado: Sólidos Totales
Usuario: Brs: María José Sánchez y Alejandro Henríquez

No.	Tipo de muestra	Sólidos Totales Mg/L
153	Té rosa de Jamaica	506

Analista: Br. Mario Antonio Hernández Melgar

Atentamente,




"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"



Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
Jefe del Departamento de Química Agrícola

Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel.: 2225-1506 y 2226-2043

Anexo 5.B: Recibo de pago de análisis de determinación de solidos totales.

		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		RECIBO DE INGRESO SERIE "A" No. 1482150		
EL SEÑOR/A: <u>MARIA JOSÉ SANCHEZ</u>						
ENTREGÓ LA CANTIDAD DE:		CUATRO DÓLARES CON 57f100 CENTAVOS				
FECHA DEL INGRESO	CIFRADO PRESUPUESTARIO			MONTO		
28 - 07 - 2018	2018-3101	03	03	08	14299	\$ 4.57
DESCRIPCIÓN DEL INGRESO						
1 ANALISIS DE MUESTRA DE TÈ DE ROSA DE JAMAICA ANALISAR: SOLIDOS TOTALES. DEPOSITADO EN CTA DE AHORRO N. 390-000013-5 B.A. FPE 100%						
<small>FORMULARIOS STANDARD, S.A. DE C.V. 97 AV. NITL No. 114 SAN SALVADOR, P.R. 2259-5500 FAX 2280-6888</small>				1482150		
Este Recibo no es válido con alteraciones y sin sello y firma del Colector				COLECTOR		
TIRAJE DEL: 1428570 AL 1559069				ORIGINAL-ENTERANTE		

**Anexo 6: Resultados de análisis microbiológicos para concentrado y refresco realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud
Laboratorio de Control de Calidad Microbiológico**

Anexo 6.A: Resultados obtenidos para la determinación de carga microbiológica de refresco de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO**



162 Años
Al servicio de la
Educación Superior

Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Teléfono No. (503) 2511-2028

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: REFRESCO Código: 250702
ROSA DE JAMAICA

Procedencia: María José Sánchez Méndez

Solicitante: María José Sánchez Méndez Fecha de emisión: 19-08-2016
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método de vertido en placa

Método: (UFC/mL), Determinación de Salmonella por el método de ausencia-presencia.

Fecha de Muestreo: No reportada Hora de Muestreo: No reportada

Persona que tomó la muestra: María José Sánchez Méndez

Fecha recepción muestra: 25-07-2016

Descripción: Líquido transparente, de color violeta, con olor característico.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES ⁽¹⁾
Bacterias aeróbicas mesófilos	Menor de 10 UFC/mL	Menor de 1000 UFC/mL
Mohos y Levaduras	Menor de 10 UFC/mL	Menor de 20 UFC/mL
Bacterias coliformes totales	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor a 1.1 NMP/100 mL
Bacterias patógenas: <i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia

NMP: Número Más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias; mL: mililitro de muestra

OBSERVACIONES:


- (1) Especificaciones basadas en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.18.01:01 Productos alimenticios. Bebidas no carbonatadas sin alcohol. Especificaciones.
(2) El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada el 25/07/2016.


MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUIMICO-FARMACEUTICA




Fecha de análisis: 25-07-2016

Anexo 6.B: Resultados obtenidos para la determinación de carga microbiológica de concentrado de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*).



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO**



162 Años
Al servicio de la
Educación Superior

Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 2511-2028

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: CONCENTRADO Código: 250701
ROSA DE JAMAICA

Procedencia: María José Sánchez Méndez

Solicitante: María José Sánchez Méndez Fecha de emisión: 19-08-2016
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método de vertido en placa

Método: (UFC/mL), Determinación de Salmonella por el método de ausencia-presencia.

Fecha de Muestreo: No reportada Hora de Muestreo: No reportada

Persona que tomó la muestra: María José Sánchez Méndez


Fecha recepción muestra: 25-07-2016

Descripción: Líquido transparente, de color violeta, con olor característico.


DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	Menor de 10 UFC/g	-----
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia	Ausencia

UFC: Unidades formadoras de Colonias; mL: mililitro de muestra

OBSERVACIONES:
 (1) El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada el 25/07/2016.




MSc. Amy Elfeth Morán Rodríguez
QUIMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 25-07-2016

Anexo 7: Pruebas contenido de humedad.



Laboratorio de Servicios de Química Agrícola
 Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA)
 Apdo. Postal (01) 168, Tel. Fax: 2210-6666, 2210-6600 Ext. 1079
 Bulevar Los Próceres, San Salvador, El Salvador, C. A.

INFORME DE RESULTADOS

San Salvador, 11 de enero de 2017.

Ingeniera
MARÍA JOSÉ SÁNCHEZ
 Presente

Estimada Ing. Sánchez:
 Por este medio le estamos informando acerca de los resultados obtenidos en los análisis realizados a **CUATRO MUESTRAS DE ROSA DE JAMAICA**, por Usted proporcionada a este laboratorio el día lunes 9 de enero de 2017.

MUESTRAS	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DADA POR EL LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DADA POR EL CLIENTE	CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS
1	AA-090117-01	MUESTRA "A"	La MUESTRA "A" fue traída dentro de bolsa ziploc, sellada y con etiqueta de identificación
2	AA-090117-02	MUESTRA "B"	La MUESTRA "B" fue traída dentro de bolsa ziploc, sellada y con etiqueta de identificación
3	AA-090117-03	MUESTRA "C"	La MUESTRA "C" fue traída dentro de bolsa ziploc, sellada y con etiqueta de identificación
4	AA-090117-04	MUESTRA "D"	La MUESTRA "D" fue traída dentro de bolsa ziploc, sellada y con etiqueta de identificación


Resultados:

Muestra	Resultado	Réplicas	Método de análisis
MUESTRA "A"	16.01%	3	Gravimétrico
MUESTRA "B"	14.25%	3	Gravimétrico
MUESTRA "C"	12.55%	3	Gravimétrico
MUESTRA "D"	13.01%	3	Gravimétrico

Bibliografía: AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry, 17th Edition 2003

Sin otro particular, nos despedimos de Ustedes.

Atentamente,



Lic. Frida Morzón
 Área de Alimentos

Cualquier reclamo se atenderá en los próximos ocho días hábiles
 El laboratorio no se hace responsable de la confidencialidad de los resultados enviados por fax.
 Este informe no puede ser reproducido en forma parcial, solamente de forma total

Página 1 de 1

Anexo 8: Calculo de concentración de Hidróxido de sodio (NaOH)

Para hacerlo se utilizaron 0.4054 gramos y 0.4007 gramos de Ftalato Ácido de Potasio gastándose en la valoración 19.5 ml y 19.2 ml de solución de hidróxido de sodio respectivamente, que en promedio equivalen a 0.40305 gramos de Ftalato ácido de potasio y a 19.35 ml de solución de hidróxido de sodio.

Para determinar la normalidad se realizó según Gallegos J.M, y Mena, A.B. (2009).

$$N = \frac{\textit{Gramos de Ftalato ácido de potasio}}{\textit{ml de solución de hidróxido de sodio} * 0.20423}$$

$$N = \frac{0.40305 \textit{ gramos}}{19.35 \textit{ ml} * 0.204229} = 0.1019$$

Esto resulta en una normalidad para la solución de hidróxido de sodio de 0.1019 N

Anexo 9: Cálculos de Prueba Hedónica de cinco puntos.

Gran total= Totales individuales de muestras o tratamientos

$$\text{Gran total} = 88 + 98 + 94 + 92 + 93 + 102 + 68 + 74 + 69 + 83 + 100 + 75$$

$$\text{Gran total} = 1032$$

$$N = 26 \times 12$$

$$N = 312$$

$$FC = \frac{\text{Gran total}^2}{N}$$

$$FC = \frac{1032^2}{312}$$

$$FC = 3413.54$$

$$SC(T) = \text{Cada respuesta individual}^2 - FC$$

$$\sum (\text{cada respuesta individual})^2 = 324 + 362 + 374 + 342 + 351 + 432$$

$$+ 200 + 236 + 205 + 311 + 408 + 247$$

$$\sum (\text{cada respuesta individual})^2 = 4756$$

$$SC(T) = 4756 - 3413.54$$

$$SC(T) = 1342.46$$

Presentación de cada una de las muestras individuales al cuadrado.

Panelista	Muestra A			Muestra B			Muestra C			Muestra D		
	[221]	[901]	[916]	[133]	[436]	[252]	[128]	[822]	[288]	[728]	[601]	[382]
	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%	20%	30%	40%
A	9	16	9	9	4	1	4	16	4	25	9	1
B	16	25	25	9	9	16	16	16	16	9	25	9
C	16	16	25	9	16	25	9	9	4	16	9	16
D	16	16	4	25	9	25	4	1	4	4	16	4
E	16	9	16	16	25	25	9	9	4	16	25	25
F	4	4	9	9	16	16	1	1	9	4	4	4
G	25	16	9	16	16	25	16	9	9	25	25	4
H	16	4	9	16	9	16	9	16	1	25	9	4
I	9	25	16	9	16	25	4	9	4	1	9	4
J	16	9	16	16	25	4	4	9	9	4	9	9
K	16	16	25	9	4	25	4	4	9	1	16	16
L	25	25	4	16	16	25	16	16	16	16	16	25
M	16	16	9	25	9	16	4	9	16	25	16	4
N	16	16	4	16	25	25	1	4	4	16	25	4
O	1	4	1	16	16	16	1	1	1	4	16	4

Continúa.

Presentación de cada una de las muestras individuales al cuadrado Continuación.

P	16	9	9	16	9	4	9	16	9	25	16	9
Q	16	16	16	16	16	16	9	4	4	25	16	4
R	4	4	4	16	25	9	9	9	4	4	4	4
S	9	9	16	16	9	16	4	4	4	9	25	9
T	4	9	16	4	16	16	9	16	16	9	25	16
U	4	25	25	9	16	16	9	16	16	4	25	16
V	9	16	25	16	9	16	16	16	16	4	9	16
W	4	16	25	4	9	25	16	4	9	4	9	16
X	16	16	25	4	9	9	9	9	4	16	25	16
Y	16	16	16	9	9	4	4	4	9	16	9	4
Z	9	9	16	16	9	16	4	9	4	4	16	4
SUMA												
CUADRADOS	324	362	374	342	351	432	200	236	205	311	408	247
INDIVIDUAL												

Fuente: Elaboración propia.

$$SC(\text{Tr}) = \frac{\text{Total de cada tratamiento}^2}{\text{Número de respuestas por tratamiento}} - FC$$

$$\sum (\text{Total de cada tratamiento})^2 = 7744 + 8836 + 8836 + 8464 + 8649 + 10404 + 4624 + 5476 + 4761 + 6889 + 10000 + 5625$$

$$\sum (\text{Total de cada tratamiento})^2 = 90308$$

$$SC(\text{Tr}) = \frac{90308}{26} - 3413.54$$

$$SCTr = 59.85$$

$$SC(P) = \frac{\text{Total de cada panelista}^2}{\text{Número de respuesta por panelista}} - FC$$

$$\sum (\text{Total de cada panelista})^2 = 1089 + 2209 + 1936 + 1296 + 2209 + 841 + 2209 + 841 + 2209 + 1444 + 1369 + 1444 + 1521 + 2500 + 1849 + 1600 + 729 + 1681 + 1764 + 1024 + 1444 + 1764 + 2025 + 1936 + 1521 + 1764 + 1296 + 1296$$

$$(\text{Total de cada panelista})^2 = 41760$$

En número de respuesta por panelista hace referencia al número de muestras evaluadas.

$$SC(P) = \frac{41760}{12} - 3413.54$$

$$SCP = 66.46$$

$$SC(E) = SC(T) - SC(\text{Tr}) - SC(P)$$

$$SC(E) = 1342.46 - 59.85 - 66.46$$

$$SC(E) = 1216.15$$

Total de grados de libertad, $gl(T) = \text{Numero total de respuestas} - 1$

$N = \text{Numero de Panelistas} \times \text{Numero de Muestra.}$

$N = 26 \times 12$

$N = 312$

Total de grados de libertad, $gl(T) = 312 - 1$

Total de grados de libertad, $gl(T) = 311$

Grados de libertad de los tratamientos, $gl(Tr) = \text{Numero de tratamientos} - 1$

Grados de libertad de los tratamientos, $gl(Tr) = 12 - 1$

Grados de libertad de los tratamientos, $gl(Tr) = 11$

Grados de libertad de los panelistas, $gl(P) = \text{Numero de panelistas} - 1$

Grados de libertad de los panelistas, $gl(P) = 26 - 1$

Grados de libertad de los panelistas, $gl(P) = 25$

Grados de libertad de los errores, $gl(E) = gl(T) - gl(Tr) - gl(P)$

Grados de libertad de los errores, $gl(E) = 311 - 11 - 25$

Grados de libertad de los errores, $gl(E) = 275$

$CM(Tr) = \frac{SC(Tr)}{gl(Tr)}$

$$CM(Tr) = \frac{59.85}{11}$$

$CM(Tr) = 5.44$

$$CM(P) = \frac{SC(P)}{gl(P)}$$

$$CM(P) = 66.4625$$

$$CM(P) = 2.66$$

$$CM(E) = SC(E)gl(E)$$

$$CM(E) = \frac{1216.15}{275}$$

$$CM(E) = 4.42$$

$$F(Tr) = \frac{CM(Tr)}{CM(E)}$$

$$FTr = 5.444.42$$

$$F(Tr) = 1.23$$

$$F(P) = CM(P)CM(E)$$

$$F(P) = \frac{2.66}{4.42}$$

$$FP = 0.60$$

Para buscar los valores de F tabulados en el anexo 4.A para tratamientos y panelistas, se obtienen a partir de las tablas estadísticas de distribución F que se encuentran en los anexos.

Para encontrar el valor de F tabulado para los tratamientos, se busca por medio de los grados de libertad de los tratamientos en el numerador y los grados de libertad del error en el denominador, es decir se busca el intercepto en la tabla de los valores de 11 en el numerados, perteneciente a grados de libertad de los tratamientos y 275 en el denominador, perteneciente a los grados de libertad del error. Sin embargo al

buscar dichos valores en el anexo 4.A, no se encuentra en una intercepción directa, por lo cual se realiza una serie de interpolaciones. Teniendo en cuenta que se usan los valores con una significancia del 95%.

Se realiza primero una interpolación para encontrar el valor de F tabulado para un denominador de 275 grados de libertad, para un numerador de 10 grados de libertad.

Denominador	Valor F tabulado
100	1.93
275	X
1000	1.84

$$x = \left(\frac{275 - 100}{1000 - 100} \right) (1.93 - 1.84) + 1.84$$

$$x = 1.91$$

Se realiza luego una interpolación para encontrar el valor de F tabulado para un denominador de 275 grados de libertad, para un numerador de 15 grados de libertad.

Denominador	Valor F tabulado
100	1.77
275	X
1000	1.68

$$x = \frac{275 - 100}{1000 - 100} * (1.77 - 1.68) + 1.68$$

$$x = 1.75$$

Luego se procede a calcular el valor F tabulado para 11 grados de libertad en el numerador, haciendo uso de los valores calculados anteriormente para 275 grados de libertad en el denominador.

Numerador	Valor F tabulado a 275 grados de libertad
10	—————▶ 1.91
11	—————▶ X
15	—————▶ 1.75

$$x = \left(\frac{11 - 10}{15 - 10} \right) (1.91 - 1.75) + 1.75$$

x=1.88 Valor de F tabulado para los tratamientos o muestras.

Para encontrar el valor de F tabulado para los panelistas, se busca por medio de los grados de libertad de los tratamientos en el numerador y los grados de libertad del error en el denominador, es decir se busca el intercepto en la tabla de los valores de 25 en el numerados, perteneciente a grados de libertad de los tratamientos y 275 en el denominador, perteneciente a los grados de libertad del error. Para este caso los valores del Anexos, no se encuentra en una intercepción directa, sin embargo solo se requiere de una interpolación. Teniendo en cuenta siempre de usan los valores con una significancia del 95%.

Se realiza la interpolación encontrar el valor de F tabulado para un denominador de 275 grados de libertad, para un numerador de 25 grados de libertad.

Denominador	Valor F tabulado
100	1.62
275	X
1000	1.52

$$x = \left(\frac{275 - 100}{1000 - 100} \right) (1.62 - 1.52) + 1.52$$

x = 1.60 Valor de X tabulado para los panelistas.

Anexo 10: Datos para la realización de conversiones.

Anexo 10.A: Densidades

Densidades de diferentes productos

PRODUCTO	DENSIDAD (g/ml)
Agua	1 g/ml
Concentrado	1.02 g/ml
Refresco	1 g/ml
Azúcar	1.587 g/ml

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10.B: Ejemplo de cálculo de conversión de volumen a gramos.

$$m = \rho * v$$

Donde:

m: Valor de masa.

ρ : Valor de densidad.

v: Volumen.

Anexo 10.C: Calculo de balances de masa, para una producción de 15 galones de concentrado.

Balances de materia por proceso para el concentrado

ENTRADA	PROCESO	SALIDA
Cálices de Rosa de Jamaica+ materias extrañas: 3.22 kg (2.60%)	Recepción de materias primas	Cálices de Rosa de Jamaica+ materias extrañas: 3.22 kg (2.60%)

(Continúa)

Balances de materia por proceso para el concentrado (Continuación)

Cálices de Rosa de Jamaica+ materias extrañas: 3.22 kg (2.60%)	Selección de Rosa de Jamaica.	Materias extrañas: 0.09 kg por día (0.073%) Cálices de Rosa de Jamaica: 3.13 kg
Cálices de Rosa de Jamaica: 3.13 kg (2.53%)	Limpieza método seco-Tamizado	Residuos varios: 0.15 kg (0.12%) Cálices de Rosa de Jamaica: 2.97 kg por día (2.40%)
Cálices de Rosa de Jamaica: 2.97 kg por día (2.40%) Agua: 111.93 kg por día (97.6)	Pesaje de Rosa de Jamaica y agua.	Cálices de Rosa de Jamaica: 2.97 kg por día (2.40%) Agua: 111.93 kg por día (97.6)
Cálices de Rosa de Jamaica: 2.97 kg por día (2.40%) Agua: 111.93 kg por día (97.6)	Cocción	Concentrado para envasado: 57.92 kg por día (50.71%) Vapor: 56.28 kg (49.28%)
Concentrado para envasado: 28.96 kg por día (25.36%)	Envasado	Refrescos envasado: 386

Fuente: Elaboración propia.

Balances de materia por proceso para el refresco.

ENTRADA	PROCESO	SALIDA
Concentrado: 28.96 kg por día (25.36%)	Recepción de concentrado Rosa de Jamaica	Concentrado: 28.96 kg por día (25.36%)
Agua: 53.08 kg por día (55%) Concentrado: 28.96 kg (30%) Azúcar: 14.48 kg (15%)	Medición de materias primas	Agua: 53.08 kg por día (55%) Concentrado: 28.96 kg (30%) Azúcar: 14.48 kg (15%)
Agua: 53.08 kg por día (55%) Concentrado: 28.96 kg (30%) Azúcar: 14.48 kg (15%)	Mezclado	Refresco: 96.52 kg por día.
Refresco: 96.52 kg por día	Pasteurización.	Refresco: 96.52 kg por día
Refresco: 96.52 kg por día	Enfriamiento	Refresco: 96.52 kg por día
Refresco: 96.52 kg por día Envases: 386	Envasado	Refrescos envasado: 386

Fuente: Elaboración propia.