

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SUPLEMENTO
ALIMENTICIO BASADO EN EL APROVECHAMIENTO DE
LAS HOJAS DE TEBERINTO (*Moringa oleífera*)**

PRESENTADO POR:

**SONIA PATRICIA CASTRO CALLEJAS
KAREN ROXANA CHÁVEZ MONTERROZA
JOSÉ FERNANDO SERRANO PEÑA**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO DE ALIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS

SECRETARIO GENERAL:

M.Sc. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTOR:

Dra. 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 :

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SUPLEMENTO
ALIMENTICIO BASADO EN EL APROVECHAMIENTO DE
LAS HOJAS DE TEBERINTO (*Moringa oleífera*)**

Presentado por:

SONIA PATRICIA CASTRO CALLEJAS

KAREN ROXANA CHÁVEZ MONTERROZA

JOSÉ FERNANDO SERRANO PEÑA

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

INGA. CARMEN DINORA CUADRA

SAN SALVADOR, MARZO 2018

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

INGA. CARMEN DINORA CUADRA

AGRADECIMIENTOS

¡Lo que un día pareció imposible, Dios lo hizo posible! Es por ello que agradezco infinitamente a Dios por permitirme llegar al final de esta etapa, a pesar de los muchos tropiezos a lo largo del camino, hoy puedo decir, ¡Si se pudo!

A mis amados padres Misael Castro y Elida Callejas, por su apoyo incondicional, porque siempre me enseñaron a verle el lado positivo a la vida. A mis hermanas y hermanos Delmy; Adán, Crista Carlos, Yanira y Fredis, quienes me han dado fuerzas en momentos de dificultades. También a mi cuñado Dionicio Cruz, A mi tía Adela, por brindarme todo su apoyo a largo de mi carrera. A mis sobrinos y sobrinas Adín, Jackeline, Fátima, Deysi, William, Estefani, Alejandro, Javier y Saraí, por transformar mis momentos de tristezas en alegrías.

A mis amigas Alicia y Gabriela; a mis compañeros de tesis Karen y Fernando. A mis docentes asesoras Inga. Tania Torres e Inga. Dinora Cuadra, por el apoyo y orientación que nos han brindado. También a las docentes con quienes tuve la oportunidad de estar más de cerca de ellas Lic. Isabel de Ruiz e Ing. Beatriz Lima.

Sonia Patricia Castro Callejas

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza necesaria en los momentos más difíciles y la oportunidad de terminar este ciclo de vida.

A mi madre, Yolanda Monterroza por apoyarme en cada momento durante la realización de mis estudios.

A mi familia, mi esposo Nestor Guevara y mi hija Fiorella Guevara, por ayudarme, consolarme y darme fuerzas para concluir este proyecto de vida.

A mis suegros, Sr. Cruz Guevara y Sra. Úrsula Lara por su ayuda y apoyo.

Al Lic. Mauricio Rodríguez por su apoyo desinteresado.

A mis compañeros, Fernando y Sonia, por su amistad y comprensión.

A las docentes asesoras, Inga. Tania Torres Rivera e Inga. Carmen Dinora Cuadra por los conocimientos transmitidos y la asesoría necesaria para culminar el trabajo de graduación.

Karen Roxana Chávez Monterroza

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a DIOS que es el que me ha levantado en todo momento que he desmayado en este arduo camino, a todas las personas que se vieron involucradas de forma directa e indirecta en este trabajo de grado; especial mención a mi madre MARTA ANA PEÑA que me ha apoyado en todo momento, a mi hijo JAESON ZAHID SERRANO que ha sido una fuerza de inspiración y mi hermana ANA MARIA SERRANO que forma parte de este gran logro, al igual que toda mi familia.

También agradezco a mis docentes asesores Ing. Tania Torres, Ing. Dinora Cuadra por su constante y valioso aporte.

José Fernando Serrano Peña

RESUMEN

El diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios es muy importante para poder satisfacer las necesidades y expectativas que se necesitan para aportar a la seguridad alimentaria y nutricional.

En el presente estudio se desarrolló un suplemento alimenticio en polvo a base de hojas de Teberinto, basándose en las necesidades nutricionales que se requieren para apostar por un alimento sano y seguro para el consumo humano. Bajo este concepto, se realizó una selección de ingredientes adecuados para que el suplemento formulado contribuya beneficiando al consumidor, con una buena cantidad de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales que contienen los ingredientes y que son importantes para el buen funcionamiento del organismo.

La porción de consumo calculada para el producto desarrollado fue de 30g y su reconstitución se realiza en 250mL de agua. El contenido nutritivo estimado por porción de producto fue de 1.3g de proteína, 24.9g de hidratos de carbono, 0.5 g de grasas, 0.2 g de fibra, entre una cantidad considerable de vitaminas y minerales que ayudan a complementar la deficiencia de nutrientes que no se consumen diariamente en los alimentos. El producto desarrollado se optimizó sensorialmente, la formulación del suplemento se realizó mediante *un diseño de mezclas de vértices extremos*, el cual determina la cantidad óptima de los componentes presentes.

Se realizó un análisis proximal y se confirmó la composición. Además, se midieron parámetros microbiológicos (*salmonella spp*, hongos y levaduras), y se elaboró la etiqueta nutricional del suplemento alimenticio, cumpliendo con las normativas de etiquetado del RTCA 67.04.50:17.

También se estimó la vida útil del suplemento alimenticio mediante estudios de envejecimiento acelerado, sometiendo el producto a condiciones de estrés, a una temperatura de $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $75\% \pm 5\%$. Estimándose una duración de 3 meses.

También en el estudio se presenta la propuesta del diseño de la planta elaboradora del suplemento alimenticio, el cual contiene un estudio de mercado que ayudará a determinar el precio y las características a cumplir el producto, de la misma forma contiene la determinación del tamaño óptimo basado en la cantidad de bolsas de 450g a producir para cumplir con la demanda esperada, la ingeniería del proyecto, donde se describe cada etapa del proceso de producción, el balance de materia y la forma de hacerlo para obtener un producto de calidad e inocuo; por último contiene la distribución en planta que comprende todas las áreas diseñadas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
OBJETIVOS	4
JUSTIFICACIÓN	5
ALCANCES	6
LIMITACIONES	7
ANTECEDENTES	8
CAPITULO I	9
1 MARCO TEÓRICO	9
1.1 Teoría sobre el diseño de nuevos productos.	9
1.1.1 Concepto de productos.	9
1.1.2 Desarrollo de nuevos productos.	10
1.1.3 Aceptación en el mercado.....	11
1.1.4 Factores de calidad e inocuidad del producto.....	13
1.1.5 Selección de ingredientes del producto.	13
1.1.6 Alternativas para el proceso de producción.....	14
1.1.7 Aspectos medioambientales en el diseño y desarrollo de productos.....	16
1.2 Definición de suplemento alimenticio	18
1.2.1 Funcionalidad de un suplemento alimenticio.	18
1.2.2 Historia de los suplementos.....	18
1.2.3 Legislación y clasificación de los suplementos.....	19
1.2.4 Productos similares a los suplementos alimenticios.....	24
1.3 Moringa oleífera.	26

1.3.1	Origen e historia.	26
1.3.2	Clasificación botánica.....	28
1.3.3	Usos del Teberinto.....	29
1.3.4	Composición nutricional de la hoja de Teberinto.....	31
CAPITULO II.....		34
2.	ESTUDIO EMPIRICO PARA LA FORMULACIÓN DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.....	34
2.1	Desarrollo de Suplemento Alimenticio a Base de Teberinto.....	34
2.1.1	Conceptualización del producto: “Suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto”	35
2.2	Identificación de los Factores de Calidad e Inocuidad del Suplemento.....	36
2.2.1	Materia Prima y selección de ingredientes.....	37
2.2.2	Evaluación de la calidad organoléptica de formulaciones del suplemento alimenticio.....	41
2.2.3	Diseño del experimento para evaluar la calidad organoléptica de las formulaciones del suplemento alimenticio.....	41
2.2.4	Construcción del diseño experimental.....	43
2.2.5	Etapas del diseño para la formulación del suplemento alimenticio.....	48
2.3.	Análisis sensorial.....	51
2.4.	Análisis estadístico de los atributos sensoriales de las diferentes combinaciones de ingredientes	54
2.4.1.	Análisis estadístico para el suplemento alimenticio en polvo sabor banano.....	55
2.4.2.	Análisis estadístico para el suplemento alimenticio líquido sabor banano.....	64
2.4.3.	Análisis estadístico para el suplemento alimenticio en polvo sabor tutti-frutti.....	75
2.4.4.	Análisis estadístico para el suplemento alimenticio líquido sabor tutti-frutti	84
2.4.5.	Identificación de las formulaciones con mayor aceptabilidad sensorial	96

2.5.	Etiqueta nutricional y ficha técnica del suplemento alimenticio a base de hoja de Teberinto.	104
2.5.1.	Análisis proximal del producto elaborado.	104
2.5.2.	Análisis microbiológico.	105
2.5.3.	Elección del envase.	106
2.5.4.	Determinación de la vida de anaquel del suplemento.	107
2.5.5.	Determinación experimental de vida útil del suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto.	109
2.5.6.	Etiqueta nutricional.	113
2.5.7.	Declaración en la etiqueta.	118
2.5.8.	Ficha técnica del suplemento alimenticio.	119
CAPITULO III.		120
3.	PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PLANTA ELABORADORA DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO A BASE DE LA HOJA DE TEBERINTO (Moringa oleífera).	120
3.1	Estudio de mercado.	121
3.1.1	Mercado competidor.	121
3.1.2	Importaciones.	121
3.1.3	Exportaciones.	122
3.1.4	Determinación del precio del suplemento alimenticio elaborado a base de las hojas de Teberinto.	123
3.1.5	Análisis de comercialización y distribución del producto.	125
3.2	Estudio técnico para el diseño de la planta.	127
3.2.1.	Determinación del tamaño óptimo de la planta.	127
3.3	Ingeniería del proyecto.	130
3.3.1.	Diseño de producción.	130

3.3.2	Diagrama de flujo del proceso.....	132
3.3.3.	Especificaciones de equipos utilizados en el proceso.	138
3.4	Distribución en planta.	140
3.4.1.	Generalidades de la distribución en planta.	140
3.4.2.	Mantenimiento aplicado a la planta.	140
3.4.3.	Determinación de espacios en las áreas de procesamiento del producto.	141
3.4.4.	Determinación del área de trabajo.	143
3.4.5.	Distribución en planta aplicada.	147
3.4.6.	Diagrama de relación de actividades aplicada a la planta elaboradora de suplemento alimenticio.....	148
3.5	Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura.	149
3.5.1	Higiene de equipos e instalaciones.	150
3.5.2	Programa de higiene del personal manipulador de alimentos.	152
3.5.3	Programa de control de salud del personal.	153
3.5.4	Programa de control de plagas de las instalaciones.....	153
3.5.5	Programa de control de proveedores de materias primas.	154
3.5.6	Programa de control de calidad del agua.	155
3.5.7	Sustancias químicas a utilizar en la planta.	156
3.5.8	Laboratorio de aseguramiento de calidad.	156
3.5.9	Plano arquitectónico.	158
CONCLUSIONES		161
RECOMENDACIONES.....		163
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		164
ANEXOS		174
Anexo A	Fichas de especificación técnica de los ingredientes.....	174

Anexo B	Guía de laboratorio para elaboración de suplemento alimenticio.....	178
Anexo C	Herramienta utilizada para el análisis sensorial.	185
Anexo D	Realización de análisis sensorial.....	186
Anexo E	Resultados de análisis bromatológico.....	187
Anexo F	Cálculos para elaborar etiqueta nutricional.	188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Clasificación científica del Teberinto.....	28
Tabla 1.2	Nombres científicos de las trece especies existentes de la familia Moringácea.....	29
Tabla 1.3	Contenido de aminoácidos de la hoja de Teberinto.....	31
Tabla 1.4	Contenido de vitaminas y minerales de las hojas de Teberinto.....	32
Tabla 1.5	Contenido de ácidos grasos en la hoja de Teberinto.....	33
Tabla 2.1	Ingredientes para el suplemento alimenticio sabor banano y los rangos de la variación de la composición	44
Tabla 2.2	Ingredientes para el suplemento alimenticio sabor tutti-frutti y los rangos de variación de la composición	44
Tabla 2.3	Composición de las posibles mezclas de los 4 componentes variables para suplemento sabor banano.....	45
Tabla 2.4	Composición de las posibles mezclas de los 4 componentes variables para suplemento sabor tutti-frutti	46
Tabla 2.5	Formulaciones para la elaboración del suplemento alimenticio sabor banano.....	47
Tabla 2.6	Formulaciones para la elaboración del suplemento alimenticio sabor tutti-frutti. ..	48
Tabla 2.7	Proceso de elaboración del suplemento alimenticio a nivel de laboratorio.	49
Tabla 2.8	Composición de ingredientes del diseño para el suplemento sabor banano y los valores de los atributos sensoriales evaluados al suplemento en polvo.	55
Tabla 2.9	Características del suplemento sabor banano líquido.....	64
Tabla 2.10	Composición de ingredientes del diseño para el suplemento sabor tutti-frutti y los valores de los atributos sensoriales evaluados al suplemento en polvo.....	75
Tabla 2.11	Características del suplemento sabor tutti-frutti líquido.....	84

Tabla 2.12	Resumen de los ingredientes más significativos en cada una de las características evaluadas en el análisis sensorial	95
Tabla 2.13	Composiciones óptimas de los ingredientes del suplemento sabor banano y sabor tutti-frutti.....	102
Tabla 2.14	Formulación base del suplemento alimenticio. Muestra seis, sabor banano.	103
Tabla 2.15	Análisis proximal del suplemento alimenticio.....	104
Tabla 2.16	Análisis de mohos, levaduras y patógenos al suplemento alimenticio	105
Tabla 2.17	Resultado de análisis proximal del suplemento alimenticio durante los 15 días de estudio.....	108
Tabla 2.18	Límite máximo de humedad que deben cumplir las mezclas en polvo para preparar refrescos.	110
Tabla 2.19	Valores de humedad obtenidos.....	110
Tabla 2.20	Contenido de vitaminas y minerales en la porción de 30 g de suplemento alimenticio.	114
Tabla 2.21	Valores Diarios Recomendados (VDR) para el consumo humano sugerido por la FDA.	115
Tabla 2.22	Contenido nutricional del suplemento alimenticio y su Valor Diario Recomendado (VDR) para una porción de 30 g de suplemento reconstituido en 250 mL de agua.....	116
Tabla 3.1	Especificación de suplementos consumidos en El Salvador.	122
Tabla 3.2	Costos de materias primas por unidad de 450 g	123
Tabla 3.3	Costos por unidad y costo mensual del suplemento alimenticio en polvo.	124
Tabla 3.4	Cantidad de materia prima a utilizar para producción mensual.....	129

Tabla 3.5	Denominación de equipos para el proceso de producción del suplemento alimenticio.	134
Tabla 3.6	Denominación de corrientes en el proceso de producción del suplemento alimenticio.	134
Tabla 3.7	Balances de masa del proceso por lote de producción.....	136
Tabla 3.8	Área final por equipos de producción.....	141
Tabla 3.9	Resumen de las áreas de procesamiento productivo por equipo.	142
Tabla 3.10	Área de producción utilizada por cada equipo y área total de producción.	143
Tabla 3.11	Áreas de la planta calculadas para la producción del suplemento alimenticio.	146
Tabla 3.12	Nomenclatura de relación de actividades por proximidades entre las áreas de la planta.	147
Tabla 3.13	Nomenclatura de relación de actividades por Justificaciones.	149
Tabla 3.14	Sustancias químicas a utilizar en la planta elaboradora del suplemento alimenticio.....	156
Tabla A-1	Ficha de especificación técnica de la maltodextrina.....	177
Tabla A-2	Ficha de especificación técnica de la sacarosa.....	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Polvo de la hoja de Teberinto.....	38
Figura 2.2:	Diagrama esquemático de Flujo del Proceso.	50
Figura 2.3:	Instrumento utilizado para recolección de la información	52
Figura 2.4:	Relación de equivalencias utilizadas en el instrumento de recolección de datos..	52
Figura 2.5:	Formato utilizado para acondicionar los datos de cada muestra.	53
Figura 2.6:	Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” del suplemento en polvo sabor banano.	57
Figura 2.7:	Análisis estadístico para la característica “Apariencia” del suplemento en polvo sabor banano.....	59
Figura 2.8:	Análisis estadístico para la característica de “Olor” del suplemento en polvo sabor banano.....	61
Figura 2.9:	Análisis estadístico para la característica “Solubilidad” del suplemento en polvo sabor banano.....	63
Figura 2.10:	Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” del suplemento sabor banano líquido.....	66
Figura 2.11:	Análisis estadístico para la característica “Apariencia” del suplemento sabor banano líquido.	68
Figura 2.12:	Análisis estadístico para la característica “Olor” del suplemento sabor banano líquido.....	70
Figura 2.13:	Análisis estadístico para la característica “Sabor” del suplemento sabor banano líquido.	72

Figura 2.14: Análisis estadístico para la característica “Sensación bucal” suplemento sabor banano líquido.	74
Figura 2.15: Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” suplemento en polvo tutti-frutti.	77
Figura 2.16: Análisis estadístico para la característica “Apariencia” suplemento en polvo tutti-frutti.	79
Figura 2.17: Análisis estadístico para la característica “Olor” suplemento en polvo tutti- frutti.	81
Figura 2.18: Análisis estadístico para la característica “Solubilidad” suplemento en polvo tutti-frutti.	83
Figura 2.19: Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” suplemento tutti-frutti líquido.	86
Figura 2.20: Análisis estadístico para la característica “Apariencia” suplemento tutti-frutti líquido.	88
Figura 2.21: Análisis estadístico para la característica “Olor” suplemento tutti-frutti líquido.	90
Figura 2.22: Análisis estadístico para la característica “Sabor” suplemento tutti-frutti líquido.	92
Figura 2.23: Análisis estadístico para la característica “Sensación bucal” suplemento tutti-frutti líquido.	94
Figura 2.24: Aceptación de características sensoriales evaluadas al suplemento en polvo sabor banano.	96
Figura 2.25: Calidad general por muestras de suplemento en polvo sabor banano.	96

Figura 2.26:	Aceptación de características sensoriales evaluadas al suplemento sabor banano líquido.	97
Figura 2.27:	Calidad general por muestra de suplemento sabor banano líquido.	97
Figura 2.28:	Aceptación de características sensoriales evaluados al suplemento sabor tutti-frutti en polvo.	98
Figura 2.29:	Calidad general por muestra de suplemento en polvo sabor tutti-frutti.	98
Figura 2.30:	Aceptación de características sensoriales evaluados al suplemento sabor tutti-frutti líquido.....	99
Figura 2.31:	Calidad general por muestra de suplemento sabor tutti-frutti líquido.....	99
Figura 2.32:	Aceptación general de suplemento en polvo banano vs tutti-frutti.	100
Figura 2.33:	Aceptación general de suplemento alimenticio banano vs tutti-frutti líquido...	100
Figura 2.34:	Evaluación de la muestra más aceptada para los dos sabores.	101
Figura 2.35:	Comportamiento de datos experimentales de humedad vs tiempo.	111
Figura 2.36:	Propuesta de etiqueta nutricional para el suplemento alimenticio a base de Teberinto.	117
Figura 2.37:	Diseño de la viñeta utilizada para el empaque del suplemento alimenticio a base de polvo de hojas de Teberinto.	118
Figura 2.38:	Ficha técnica del suplemento alimenticio.	119
Figura 3.1:	Canales de distribución en los mercados de consumo.	126
Figura 3.2:	Diagrama de flujo del proceso.....	132
Figura 3.3:	Diagrama convencional de proceso.....	133
Figura 3.4:	Especificación de equipos utilizados en el proceso de elaboración del suplemento alimenticio.	138

Figura 3.5:	Diagrama de relación de actividades.....	148
Figura 3.6:	Plano arquitectónico.....	159
Figura A-1:	Ficha de especificación técnica del saborizante de banano.....	179
Figura A-2:	Ficha de especificación técnica del saborizante de tutti-frutti.....	180
Figura C-1:	Herramienta utilizada para el análisis sensorial.....	188
Figura D-1:	Panelistas realizando análisis sensorial.....	189
Figura D-2:	Panelistas realizando análisis sensorial.....	189
Figura E-1:	Resultados de los análisis.....	190
Figura E-2:	Resultados de los análisis.....	190

INTRODUCCIÓN

Teberinto (*Moringa oleífera*) es la especie más conocida de trece especies del género Moringácea. El Teberinto tuvo un valor muy alto en la antigüedad. Los romanos, los griegos y los egipcios extrajeron aceite comestible de las semillas y lo usaron para perfume y loción. Desde hace siglos se han ocupado las vainas y hojas de Teberinto como alimento en las regiones de Asia y África. En el pasado reciente, más de 750 estudios, artículos y otras publicaciones han incluido el Teberinto, enfocándose en las características nutricionales de las hojas, más sin embargo no se encuentran alimentos industrializados utilizando la hoja de Teberinto. (Trees for Life, 2005)

En El Salvador los estudios de este árbol orientados a la industria de alimentos son pocos. Actualmente existen pocas regiones donde se cultiva el árbol de Teberinto para fines comerciales para consumo humano, esto, debido a que aún no se le ha dado la real importancia que merece su cultivo para aprovechar todos los beneficios alimenticios que posee, elaborando nuevos productos alimenticios.

En El Salvador se le conoce como árbol de Teberinto; en otros países como la India se le conoce como *Moringa oleífera*, siendo su lugar de origen. Este árbol tiene muchas propiedades, principalmente por los nutrientes y vitaminas que ofrecen sus hojas. En El Salvador, se ha comenzado a obtener provecho del árbol, por ser un país con clima tropical y con una gran gama de diferentes tipos de suelos, reúne las condiciones propicias para desarrollar el cultivo del árbol de Teberinto en todos los departamentos de El Salvador, debido a que estos árboles se pueden cultivar hasta alturas 1,200 metros sobre el nivel del mar, aunque se desarrollan mejor en regiones más bajas. (Reyes Sánchez, 2004)

El Teberinto se ha comenzado a comercializar en El Salvador, existiendo muchas personas que comercializan las hojas de Teberinto verde en mercados, las cuales son utilizadas en sopas o para preparación de ensaladas, también deshidratando las hojas para venderlas como sazón de comidas o té, incluso la venta de semillas al mercado. A nivel industrial en El Salvador se comercializan botes de 70 gramos de harina en polvo, cápsulas nutritivas a base de hojas del árbol de Teberinto. Por ende, mediante el presente trabajo se busca contribuir al aprovechamiento de los recursos nutricionales y vitamínicos que presentan las hojas del árbol de Teberinto, aportando de esta forma con el diseño y la formulación de un suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto para contribuir en la lucha contra la desnutrición y aportar a la Seguridad Alimentaria y Nutricional de El Salvador. También se busca favorecer el desarrollo económico de El Salvador con la producción de nuevos productos como es la producción del suplemento alimenticio a base de las hojas de Teberinto (*Moringa oleífera*).

Por otra parte, en esta investigación se plantea el diseño óptimo para la instalación de una planta para la producción del suplemento alimenticio, utilizando como materia prima la hoja de Teberinto, la cual comprende desde la determinación del tamaño óptimo, la ingeniería del proyecto y la distribución en planta.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En El Salvador, con el apoyo de entes nacionales e internacionales, en la última década, se han desarrollado diferentes programas enfocados al mejoramiento de la seguridad alimentaria y nutricional. Sin embargo, no son suficientes, pues los índices de desnutrición son altos, teniéndose 18.9 % de desnutrición de toda la niñez y de 18% de las mujeres entre 15 y 49 años; así como también influye el crecimiento poblacional desbordado, la falta de empleo y los altos costos de los alimentos necesarios para que el ser humano pueda desarrollarse de manera óptima. (Posada, 2017)

Para contribuir a la reducción de la pobreza y la desnutrición, es preciso realizar investigaciones para desarrollar productos nutritivos, naturales, de bajo costo, que estén al alcance de los hogares más pobres y de igual forma que estén disponibles.

La formulación de suplementos alimenticios derivados de materias primas que se pueden producir en el país, como es la hoja de Teberinto, son importantes para contribuir al mejoramiento de la seguridad alimentaria, nutricional y a la vez al desarrollo sostenible utilizando el potencial del árbol de Teberinto en la industria de alimentos, aprovechando todas sus propiedades nutricionales, medicinales y vitamínicas que posee, para así, desarrollar un producto beneficioso para la nutrición humana, tomando en cuenta la mitigación de los impactos ambientales.

Así, a raíz de los aspectos antes mencionados, surge una propuesta, proveniente de una empresa de El Salvador, que consiste en una formulación para elaborar un suplemento alimenticio, en el cual se utilizará la hoja de Teberinto como materia prima; aprovechando con ello, los recursos disponibles y las propiedades del árbol, y de esta forma, la investigación estaría contribuyendo al desarrollo en la industria de alimentos en El Salvador.

OBJETIVOS

General:

- Aprovechar el potencial nutritivo de la hoja de Teberinto (*Moringa oleífera*) para diseñar y desarrollar un suplemento alimenticio con enfoque en la seguridad nutricional del ser humano.

Específicos:

- Diseñar formulaciones de un suplemento alimenticio basado en el uso de las hojas de Teberinto (*Moringa oleífera*), que cumplan con la normativa RTCA 67.04.54:10 alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios para suplementos alimenticios, sección 13.5.
- Determinar la formulación óptima a partir de investigación experimental.
- Realizar análisis fisicoquímicos de solubilidad, densidad, pH, acidez y humedad al suplemento alimenticio formulado.
- Realizar análisis microbiológicos de mohos y levaduras al suplemento alimenticio formulado.
- Realizar el estudio de vida de anaquel al suplemento alimenticio diseñado en base a la formulación óptima.
- Elaborar la ficha de especificación técnica y etiqueta nutricional correspondiente a las directrices del CODEX STAN 146-1985 Alimentario, para Etiquetado de los alimentos previamente envasados, mediante una serie de análisis hechos al producto formulado.
- Elaborar el diseño de la planta del proceso de producción del suplemento alimenticio.

JUSTIFICACIÓN

De la falta de alimentos nutritivos y saludables para la población en general, nace la necesidad de pensar en la obtención de nuevos productos alimenticios que cumplan con estos requisitos, es decir, que contribuyan a la buena alimentación de la humanidad, para así evitar la desnutrición, que es un grave problema que se vive en tantas regiones del mundo, no dejando atrás nuestro país El Salvador.

Es por esta razón que surge la iniciativa de una empresa en El Salvador de elaborar un producto alimenticio a base de Teberinto (*Moringa oleífera*); como ya es conocido, este árbol contiene una gran cantidad de nutrientes, vitaminas y minerales importantes para el buen desarrollo de la salud humana, para ello se formulará un suplemento alimenticio a base de la hoja Teberinto, que cumpla con las características necesarias para contribuir con la Seguridad Alimentaria y Nutricional de nuestro país El Salvador.

Además de contener gran cantidad de nutrientes, el Teberinto tiene tantas propiedades que son aplicables a otras áreas como es la medicina. El Teberinto se cultiva en todas las zonas tropicales, es por ello que se está aprovechando dicho recurso, es un alimento de alto valor nutritivo y vale la pena explorarlo.

ALCANCES

- Se elaboró un suplemento alimenticio utilizando como base la hoja de Teberinto (*Moringa oleífera*).
- Se realizó el estudio de vida de anaquel al producto alimenticio formulado, efectuando un estudio en una cámara de ambiente controlado, sometiéndolo a condiciones extremas de temperatura y humedad para acelerar su envejecimiento y predecir su comportamiento.
- Se realizaron los análisis fisicoquímicos para elaborar la etiqueta nutricional del producto alimenticio.
- Se efectuó el diseño de la planta industrial para la producción del suplemento alimenticio terminado.

LIMITACIONES

- Los estudios de vitaminas exigidos por la normativa vigente para suplemento alimenticio, se realizarán por medio de análisis proximal.

ANTECEDENTES

El árbol de Teberinto (*Moringa oleífera*) es nativo del subcontinente de la India y se ha propagado por todas partes del mundo. Fue introducido a El Salvador hace ya muchos años, sin embargo, son escasas las regiones en donde se planta y se cultiva. (Ramírez & Vásquez, 2014)

En Cuba, el Programa Nacional de la Agricultura Urbana plantea que el Teberinto es una planta utilizada en la producción avícola, porcina, ovina, caprina, de carnes, huevos y leche, así como para su uso como medicamento y para la purificación del agua; pues es posible aprovechar prácticamente todo de ella, ofrece una amplia variedad de productos alimenticios, debido a que todas sus partes son comestibles y pueden ser aprovechadas. (Bonal, R., Rivera, R., & Bolívar, M., 2012)

Las hojas de Teberinto tienen grandes cualidades nutritivas como vitaminas, minerales y proteínas. Se utilizan para preparar infusiones, ensaladas verdes, pastas para bocadillos, salsas, sopas o cremas, guisos, arroz salteado, frituras, mezcladas con jugos o cocteles de frutas, con diferentes platos de huevo y en el puré de los niños. (Bonal et al., 2012)

Por otra parte, también se ha usado como fertilizante, agente de limpieza, combustible biológico (biogás, biodiesel), clarificador de miel y del jugo de la caña de azúcar, así como pesticida; así mismo, la pulpa se emplea para hacer papel prensa y papel celofán. También se usa como floculante, al purificar el agua y reducir su turbidez y la contaminación bacteriana. (Bonal et al., 2012)

Se han realizado varios ensayos clínicos con el objetivo de evaluar las propiedades medicinales del Teberinto como: Antioxidante, en las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, gastrointestinales, endocrinas, en el sistema nervioso central, en el sistema inmunológico y como antibacteriano, obteniéndose resultados positivos. (Bonal et al., 2012)

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO

El estudio teórico se enfoca en los puntos importantes de la problemática tratada en el desarrollo de la investigación, para dar a conocer al lector la importancia de la misma.

Debido a que es un proyecto de interés social en El Salvador y el mundo entero, es importante diseñar, desarrollar procesos óptimos y formulaciones para obtener más alternativas saludables de alimentación humana.

En este capítulo se hará énfasis en la metodología de diseño y desarrollo de nuevos productos, para presentar una idea más clara de la importancia de la innovación, que se basa en una nueva opción de alimento para colaborar en el desarrollo de la seguridad alimentaria y nutricional de El Salvador. Continuando con la investigación, orientada a lo que es el estudio de los suplementos alimenticios, el interés en esta parte radica en comprender qué es y por qué es importante la elaboración de este tipo de alimento para ser una excelente alternativa de alimentación para el ser humano.

Por último, se presenta la información del árbol de Teberinto (*Moringa oleífera*), del cual se usarán sus hojas como materia prima base para elaborar el suplemento alimenticio de elevada calidad, funcionalidad y bajo costo, debido a las características del árbol por su variedad de beneficios nutricionales, vitamínicos y medicinales.

1.1 Teoría sobre el diseño de nuevos productos.

1.1.1 Concepto de productos.

Los productos son cualquier bien o servicio elaborados por el trabajo humano, y que se ofrecen al mercado con el propósito de satisfacer las necesidades y deseos de los consumidores o

usuarios, generando mediante el intercambio de un ingreso económico a los ofertantes con una probable ganancia (Lerma Kirchner, 2010).

1.1.2 Desarrollo de nuevos productos.

El desarrollo de nuevos productos es una tarea que consiste en introducir o adicionar valor a los satisfactores, a fin de que cambien o incrementen sus características para cubrir o acrecentar el nivel de satisfacción de las necesidades y deseos de quienes lo consuman (Lerma Kirchner, 2010).

Para desarrollar nuevos productos es necesario adquirir la cultura y capacidad para pasar de las etapas de importación y copia de productos, a la de creación de los conceptos de aquellos que se necesitan para atender los mercados nacionales e internacionales. Pero no se trata simplemente de generar las ideas, es vital llevar rápidamente estas ideas a la práctica para completar el círculo de la creatividad y la innovación, y asegurar una ventaja competitiva en el mercado. (Devia, 2007)

Las reglas para el desarrollo de nuevos productos han cambiado sustancialmente. Muchas empresas han comprendido que, además de los conceptos aceptados de calidad, bajos costos y diferenciación, es necesario incluir la velocidad de respuesta y la flexibilidad, para poder tener éxito en los nuevos mercados. El equipo de trabajo debe ser capaz de adquirir amplios conocimientos y una diversidad de habilidades que ayuden a tener la versatilidad necesaria para resolver rápidamente una variedad de problemas. Así mismo, este equipo debe tener la capacidad de transferir su aprendizaje a los demás miembros de la organización (Devia, 2007).

Para que un proyecto de desarrollo de nuevos productos pueda cumplir sus objetivos, se debe tener una buena capacidad de respuesta a las múltiples oportunidades posibles en el mercado. Para seleccionar aquellas con mayores probabilidades de éxito se debe tener en cuenta

que, en muchas áreas de los negocios, son los usuarios los que verdaderamente escogen los productos que se necesitan en el mercado. Así que una vez que ellos recomiendan un determinado producto, los productores se hacen cargo de su desarrollo, a pesar del pensamiento convencional de la necesidad de una investigación de mercados previa a cualquier desarrollo (Devia, 2007).

En el desarrollo de nuevos productos se han determinado tres dimensiones necesarias para tener éxito en el mercado (Devia, 2007):

- a) El desempeño financiero determina el éxito económico global del producto,
- b) La ventana de oportunidad muestra el grado en que el nuevo producto abre nuevas oportunidades en términos de una nueva categoría de productos y una nueva área de negocios.
- c) El impacto en el mercado describe la huella que deja el producto en los mercados domésticos e internacionales. Una vez que se han generado productos, no se puede simplemente dejar los procedimientos en los anaqueles, hay que diseñar las estrategias necesarias para llevarlos al mercado y lograr que sean aceptados. Actualmente hay muchos productos que se importan y que, con la aplicación de nuevas tecnologías en los procesos, pueden ser producidos en el país a menores costos.

1.1.3 Aceptación en el mercado.

Como consecuencia del desarrollo de nuevos productos, el consumidor puede obtener mayor satisfacción, además de contar con una oferta más numerosa de productos que ofrecen mayores beneficios y, con ello, mejores precios y más fácil acceso a satisfactores adecuados a sus necesidades; ya que el suplemento alimenticio a base de Teberinto, además de ser rico en

nutrientes, es natural y se está aprovechando del recurso producido en El Salvador. (Lerma Kirchner, 2010).

Cuando los productos han sido diseñados dentro del territorio, tomando en cuenta sus particulares características y patrones de consumo, muy probablemente el consumidor obtendrá mayor satisfacción con los productos nacionales que podrá superar a los importados, tanto en precio como en idoneidad en su presentación, formulación y funcionamiento (Lerma Kirchner, 2010).

Dentro de la gran variedad de productos susceptibles de investigación con altas probabilidades de éxito en el mercado, se pueden considerar los siguientes (Devia, 2007):

- a) El desarrollo de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades de la industria nacional y de los consumidores (Diseño de productos). En este caso se trata de aplicar las nuevas tecnologías para el desarrollo de nuevos productos.
- b) Productos conocidos pueden presentarse dentro de nuevos contextos que los hagan parecer diferentes a los conocidos. En este caso se pueden hacer innovaciones en empaques, formas de presentación y maneras de dispensar el producto.
- c) Muchos productos para el consumidor, con base en ingredientes y materiales innovadores, han tenido mucho éxito en otros países, y en mercados nacionales.
- d) Los productos obtenidos en los casos mencionados pueden denominarse innovaciones incrementales, sin embargo, para el desarrollo de innovaciones radicales, la estrategia es un poco más compleja. Mientras que las innovaciones incrementales generalmente se orientan a segmentos bien definidos del mercado con procesos productivos conocidos, cuando se plantean innovaciones radicales hay mucha incertidumbre, no solo en el mercado sino en las tecnologías que se deben utilizar. Por esta razón se toma más tiempo llevar al mercado los

productos de innovaciones radicales y se aumenta la probabilidad de fracaso en su aceptación.

1.1.4 Factores de calidad e inocuidad del producto.

La información que se deriva del análisis del mercado son los factores típicos de calidad e inocuidad que responden a las necesidades o deseos del consumidor, así como los índices de desempeño con los cuales se puede evaluar el cumplimiento de la calidad e inocuidad. Estos factores deben estar definidos previamente, con muy pocas posibilidades para modificarlas durante el desarrollo del producto. En la definición de las especificaciones de los requerimientos del mercado es sumamente importante la participación del área de investigación y desarrollo, así como el área de ingeniería y de manufactura. Para los factores de calidad e inocuidad de carácter sensorial como apariencia, olor, aroma, sabor y textura, se emplean índices arbitrarios basados en la evaluación por un grupo de panelistas. La habilidad para disolverse en un líquido se mide por el tiempo de disolución. (Devia, 2007).

1.1.5 Selección de ingredientes del producto.

Inicialmente deben identificarse las funciones necesarias para cumplir con los requerimientos del consumidor, y partiendo de ello, se investigan los ingredientes que presenten la capacidad de desempeñar las funciones deseadas. Generalmente, la selección de ingredientes activos inicia con la búsqueda de candidatos potenciales, utilizando diferentes técnicas para seleccionar los ingredientes, como son las técnicas en las que se prueban las muestras; para obtener una respuesta particular, llamadas técnicas de selección de alta eficiencia. (Beltranena Martínez, González Cornejo, y Ramos Vásquez, 2012)

Los determinantes de las propiedades del material del producto y su microestructura para lograr el desempeño deseado son los ingredientes activos y los de soporte o relleno, con el diseño

del proceso y las condiciones de operación que incluyen velocidades, presiones y temperaturas. (Beltranena Martínez, González Cornejo, y Ramos Vásquez, 2012)

Para que el producto cumpla con los índices de desempeño requeridos, debe definirse el sistema de cómo se dispersará el producto, habiendo seleccionado previamente los ingredientes. (Beltranena Martínez, González Cornejo, y Ramos Vásquez, 2012)

El Índice de Desempeño (ID).

El Índice de Desempeño (ID) de un producto, es función de las Propiedades de los Materiales (PM) y de los Atributos Estructurales (AE) de éstos:

$$ID_i = F (PM_1 \dots \dots PM_m, AE_1 \dots \dots AE_m)$$

Esta expresión es útil para identificar los materiales necesarios para lograr el desempeño deseado del producto.

Para encontrar las propiedades de los diferentes ingredientes de una formulación, se pueden utilizar tablas y manuales, pero siempre teniendo en cuenta que estas características se determinan bajo condiciones diferentes a las que corresponden al producto. Por lo tanto, siempre es necesaria la experimentación, para observar la conducta de los ingredientes frente a la presencia de otros compuestos. (Beltranena Martínez, González Cornejo, y Ramos Vásquez, 2012)

1.1.6 Alternativas para el proceso de producción.

A partir de la experiencia adquirida en el desarrollo de nuevos productos se puede plantear la siguiente heurística para la obtención del producto a escala de laboratorio (Beltranena Martínez, González Cornejo, y Ramos Vásquez, 2012):

- a) Creación o identificación de necesidades de los consumidores por medio de encuestas, grupos de enfoque, entrevistas, etc.
- b) Definición de las características deseadas en el producto, a partir de la información obtenida en el mercado. Se pueden emplear varias de las técnicas creativas conocidas para generar ideas que puedan contribuir al éxito del producto. Evaluación de la factibilidad técnica y económica del producto deseado.
- c) A partir de información bibliográfica y experimental seleccionar una ruta química para la obtención del producto, que satisfaga los requerimientos del consumidor.
- d) Identificación de funciones de los ingredientes necesarios para lograr las características deseadas de acuerdo con la ruta química.
- e) Identificación en el mercado de varias materias primas que puedan cumplir cada una de las funciones necesarias en el producto.
- f) Evaluación de cada una de las materias primas identificadas en términos de precio, toxicidad y disponibilidad en el mercado.
- g) Selección de los ingredientes para la formulación que mejor se ajusten a las limitaciones que se hayan impuesto para el desarrollo del producto. En este punto es necesario hacer una evaluación económica preliminar para determinar si vale la pena continuar el proyecto.
- h) Preparación de prototipos del producto con los ingredientes seleccionados, utilizando Diseño Estadístico de Experimentos, detallando los procedimientos experimentales y cuantos y cuales ensayos son necesarios para determinar las condiciones finales del proceso y determinar las variables que permiten el mejor acercamiento a los índices de desempeño previstos.

- i) Evaluación de las características de los prototipos obtenidos y compararlas con las deseadas en el producto que se quiere producir. Evaluación económica del prototipo desarrollado para decidir la continuación del proyecto.
- j) Modificación de las composiciones de la formulación hasta obtener las características deseadas en el producto final.

1.1.7 Aspectos medioambientales en el diseño y desarrollo de productos.

En los países industrializados, el compromiso de las empresas con el desarrollo, se está implementando a través de la Eco-eficiencia. El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD) ha descrito la Eco-eficiencia como “la entrega de productos y servicios competitivos que satisfacen necesidades humanas otorgando calidad de vida, mientras se reduce progresivamente el impacto ambiental y el consumo de recursos a lo largo de su ciclo de vida, en un nivel por lo menos acorde a la capacidad de carga del planeta”. (Chambouleyron, Arena, y Pattini, 2010)

Las decisiones de diseño determinan el uso de importantes cantidades de recursos (materiales y energía). El efecto total puede ser beneficioso o no si se hace una correcta transferencia de las metas fijadas por la WBCSD al campo del Diseño Industrial. Dicha transferencia se logra a través de la incorporación de estrategias coeficientes dentro del proyecto de diseño de productos industriales. Las mismas fijan los parámetros respecto a la vida del producto tanto en la fase de elección de materiales y procesos de producción, como en la fase de uso de los productos y de disposición final de la vida útil de los mismos. El empleo de estas estrategias logra un producto preventivo de la degradación. Las mismas se agrupan bajo el nombre de “Estrategias para Diseño de Productos para el Medio Ambiente” o “Ecodiseño” y se explican a continuación (Chambouleyron, Arena, y Pattini, 2010):

a) Estrategias de diseño para el empleo de materiales:

Diseño para la conservación de recursos, es el diseño que opta por el empleo de materiales renovables de explotación controlada para evitar la extinción del recurso, hechos a partir de materiales que pueden regenerarse en tiempos breves de una estación a otra.

b) Estrategias para la manufactura de los productos:

Hacen hincapié en disminuir el impacto ambiental durante el proceso de fabricación de los productos, diseño de una producción más limpia.

c) Estrategias para el uso de los productos:

Hacen hincapié en la disminución del impacto ambiental durante la vida útil del producto hasta su disposición final.

d) Estrategias para el final del ciclo de vida del producto:

Son usadas para facilitar la introducción del producto en un nuevo ciclo de vida.

Las estrategias eco eficientes son la adaptación que el diseño industrial hace a los requerimientos ambientales. Diseñar para el desarrollo sustentable implica identificar nuevos modos, más eficientes y directos de satisfacción de las necesidades, haciendo énfasis en el beneficio producido, más que en el producto en sí. Un producto sustentable debería minimizar el uso de recursos no renovables y la producción de desperdicios durante su ciclo de vida.

(Chambouleyron, Arena, y Pattini, 2010)

Además, a la hora de buscar posibles mejoras medioambientales es recomendable que el pensamiento no se limite a tratar de rediseñar la forma tecnológica actual de los productos (menor cantidad de materiales, menor uso de sustancias tóxicas, etc.), sino que también debe plantearse las posibilidades de rediseñar esa forma tecnológica. Es decir, es necesario replantearse el concepto actual del producto, buscando respuestas a la posibilidad de satisfacer la

misma necesidad mediante una forma tecnológica más ecológica. (Miranda, Rubio, Chamorro, y Bañegil, 2012)

1.2 Definición de suplemento alimenticio

Se conoce como Suplemento alimenticio a la sustancia o mezcla de sustancias destinadas a ser ingeridas por la vía oral para complementar los nutrientes presentes normalmente en los alimentos, éstas pueden ser vitaminas, minerales, aminoácidos, carbohidratos, proteínas, grasas o mezclas de estas sustancias con extractos de origen vegetal, animal o enzimas, excepto hormonas y su combinación con vitaminas. El término es sinónimo de complemento alimenticio, suplemento nutritivo, suplemento dietético y suplemento vitamínico. (Mendoza Castro, 2012)

1.2.1 Funcionalidad de un suplemento alimenticio.

Entre las principales funciones del suplemento alimenticio, es aportar al cuerpo los nutrientes necesarios que no ha logrado adquirir en la alimentación de rutina. Debe estar claro que los suplementos alimenticios no deben sustituir por completo a las comidas que son necesarias para una dieta saludable, así que se debe asegurar comer una variedad de alimentos útiles para una buena salud. (Administración de Alimentos y Medicamentos FDA, 2015)

1.2.2 Historia de los suplementos.

Antes del siglo XII, en época de la edad media, se incorporan a las cocinas, los suplementos, conocidos inicialmente como una especia; antes también se había utilizado en cataplasmas para el catarro, como colirio o en polvo como antiséptico y cicatrizante. (Álvarez García, 2015)

Por otra parte, también desde antiguo, determinados productos eran utilizados por deportistas y guerreros con el fin de mejorar su rendimiento. Ahora se podrían considerar como

“suplementos” esos “tónicos”, “elixires” y “reconstituyentes” que toman los deportistas. Pero será el descubrimiento y la posterior comercialización de las vitaminas lo que cambiará la visión general del concepto de “suplemento”, dotándola de lo que se podría llamar un “sustento científico”. A principios del siglo XX estos productos se introdujeron sobre todo en el mundo del deporte y en la nutrición infantil. Pero en la segunda mitad del siglo, con el auge del fisicoculturismo y la promoción de los cuerpos “esculturales” se empiezan a popularizar productos que utilizan los deportistas para conseguir esos cuerpos esculturales. Y ahora están al alcance de toda la población. (Álvarez García, 2015)

Desde el punto de vista normativo, estos nuevos alimentos se incorporan en el grupo de los alimentos destinados a una alimentación especial, junto con los alimentos para lactantes o alimentos libres de gluten. (Álvarez García, 2015)

1.2.3 Legislación y clasificación de los suplementos.

Hoy en el ámbito comercial y en apego al marco legal (Codex Alimentarius) que regula este grupo de productos se les conoce como complementos alimenticios (CA). No obstante, en Estados Unidos, Argentina, Chile, Panamá y otros se utiliza el término “Dietary supplement” o “suplementos dietéticos” para referirse a esta categoría. (Caldera Pinto, 2011)

a) Legislación.

Los complementos alimenticios al ser considerados por el Codex como alimentos, para efectos del etiquetado y el uso de declaraciones nutricionales y de salud, deben cumplir los requisitos dispuestos en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Pre-ensados (CODEX STAN 1-1985, Rev.1-1991), Directrices generales del Codex sobre declaraciones de propiedades CAC/GL 1-1979 (Rev. 1-1991) y Directrices del Codex sobre etiquetado nutricional. CAC/GL 02-1985 (Rev. 1-1993). (Caldera Pinto, 2011)

i. Marco regulatorio en países de América Latina

Para efectos de la exploración del marco regulatorio de América Latina, se utiliza como referencia la división geopolítica de los países ubicados en América del Sur, América Central y Comunidad Andina de Naciones (CAN). El instrumento legal se define como propuesta de reglamento técnico armonizado de etiquetado de alimentos y bebidas industrializadas para consumo humano; el cual tiene por objetivo establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los rótulos o etiquetas de los envases o empaques en que se expenden los productos alimenticios para consumo humano, que se comercialicen dentro de la región andina. (Caldera Pinto, 2011)

En Chile, el instrumento legal utilizado es el Reglamento sanitario de los alimentos DTO. N°977/96 (D.OF. 13.05.97); establece las condiciones sanitarias a que deberá ceñirse la producción, importación, elaboración, envase, almacenamiento, distribución y venta de alimentos para consumo humano. Así también, se tiene el instrumento Directrices nutricionales sobre suplementos alimentarios y sus contenidos en vitaminas y minerales (RESOL. EXENTA N°394/2002). (Caldera, 2010)

En Brasil, los instrumentos legales son: Código Brasileño de Alimentos (CBA), o Decreto-ley N°20913(1967); y Reglamento técnico para fijación de identidad y calidad de suplementos vitamínicos y/o de minerales (1998). (Caldera, 2010)

En Argentina el instrumento legal existente es el Código alimentario argentino (LEY 18284/69), en el cual todos los alimentos, condimentos, bebidas o sus materias primas y los aditivos alimentarios que se elaboren, fraccionen, conserven, transporten, expendan o expongan, deben satisfacer las exigencias de dicho código. En el Artículo 1339 - (Res Conj. SPyRS y SAGPyA N°34/07 y N° 62/07) define a los alimentos dietéticos o alimentos para regímenes especiales, como los alimentos envasados preparados especialmente, que se diferencian de los

alimentos ya definidos en el código, por su composición y/o por sus modificaciones físicas, químicas, biológicas o de otra índole resultantes de su proceso de fabricación. También el instrumento legal B.O. 29/06/05 SUPLEMENTOS DIETARIOS. Disposición 3634/2005 – ANMAT establece que serán consideradas como suplementos dietarios las bebidas no alcohólicas que tengan en su composición ingredientes tales como: taurina, glucuronolactona, cafeína e inositol, acompañados de hidratos de carbono, vitaminas y/o minerales. (Caldera, 2010)

En Uruguay cuentan con dos instrumentos legales: Resolución sobre las condiciones y los requisitos para la obtención, transferencia, renovación, modificación, suspensión y cancelación de Registro Sanitario de productos alimenticios y aditivos, que define a los suplementos alimenticios; y el Código sanitario (Ley N° 386/80) Libro II. De los alimentos Título I. Disposiciones generales. (Caldera, 2010)

ii. América Central

A efectos de hacer más amplia la visión del marco regulatorio de los complementos alimenticios en América Latina, se incluye dentro del grupo de países de América Central a la República de Cuba y República Dominicana. (Caldera Pinto, 2011)

República Dominicana cuenta con dos instrumentos legales: Ley de comercialización de medicamentos genéricos esenciales, medicamentos de origen natural y suplementos o complementos nutricionales y la Norma sanitaria para registro de productos denominados como alimentos con propósitos médicos especiales, suplementos dietéticos y productos de origen animal y vegetal. (Caldera, 2010)

Cuba es regulada por tres instrumentos legales: Norma cubana NC 38-00-0:83 SNSA Principios generales de los alimentos, Norma general para el etiquetado de los alimentos

preenvasados. NC 108:2001 y Directrices sobre etiquetado nutricional. NC 312:2003. (Caldera, 2010)

En Panamá, los suplementos alimenticios son considerados como alimentos o medicamentos, regulados por: Reglamento para el registro y control de alimentos y bebidas, Ley de medicamentos y otros productos para la salud humana y Reglamento de la ley sobre medicamentos y otros productos para la salud humana. (Caldera, 2010)

En Costa Rica, se denominan suplementos dietéticos o complementos dietéticos, considerados medicamentos de venta libre; sus instrumentos legales son: Ley general de salud, Decreto que declara medicamentos de venta libre al consumidor y Reglamento de inscripción, control, importación, y publicidad de medicamentos. (Caldera, 2010)

En Nicaragua, son clasificados como medicamentos de venta libre y denominados suplemento dietético o complemento dietético, basado en dos instrumentos legales: Ley de medicamentos y farmacias y Reglamento de la ley de medicamentos y farmacias. (Caldera, 2010)

En Honduras, son regulados por el Reglamento para el control sanitario de productos, servicios y establecimientos de interés sanitario, clasificados como productos afines y denominados complementos dietéticos o suplementos dietéticos. (Caldera, 2010)

iii. República de El Salvador

En el marco regulatorio salvadoreño no se identifica ningún instrumento legal específico relacionado con los complementos alimenticios o suplementos dietéticos. Sólo el Código de salud en su artículo 14, dictamina que es atribución de Consejo Superior de Salud Pública adscrito al Ministerio de Salud de El Salvador (MINSAL): Autorizar la inscripción, importación, fabricación y expendio de especialidades químico-farmacéuticas, suplementos vitamínico,

alimentos con propósitos médicos especiales, suplementos dietéticos y productos de origen animal y vegetal y otros productos o sustancias que ofrezcan una acción terapéutica fabricadas en el país o en el extranjero, con o sin receta previa y previo informe favorable de las Juntas respectivas y siempre que cumplan los requisitos ya especificados en el correspondiente reglamento. La venta de los productos antes mencionados al consumidor, solamente podrá realizarse en las farmacias y ventas autorizadas de medicinas siempre que cumplan los requisitos ya especificados en el correspondiente reglamento (Caldera Pinto, 2011).

b) Clasificación

Los suplementos alimenticios se clasifican en cinco categorías diferentes, según los nutrientes utilizados para la producción de los mismos, entre los cuales se tienen: (Caldera Pinto, 2011)

- i. *Naturales*:** Son los nutrientes de origen vegetal, mineral o animal que han sido procesados, pero mantienen su formación nutricional básica. Algunos de estos nutrientes incluyen el polen de abeja, la levadura, el ajo, el aceite de hígado de bacalao y minerales.
- ii. *Nutrientes de Origen natural*:** Estos nutrientes han sufrido un proceso de refinamiento, pero no ha afectado su origen natural. En esta categoría se incluyen las vitaminas A, D y E, polvos proteínicos y aminoácidos, el aceite de hígado de pescado, entre otros.
- iii. *Nutrientes Idénticos a los naturales*:** Son los nutrientes que han sido manufacturados mediante procesos realizados en el laboratorio y que son idénticos a los nutrientes naturales, mencionados anteriormente. Este tipo de nutrientes es fabricado de manera industrial, ya que el costo es menor a la extracción de los nutrientes naturales. Algunos de estos nutrientes manufacturados incluyen la vitamina C y el complejo B.

- iv. ***Estrictamente sintéticos***: Son aquellos nutrientes que han sido manufacturados mediante procesos de laboratorio pero que son de diferentes a los nutrientes naturales, tales como la vitamina E, que no pueden ser copiados exactamente.
- v. ***Nutrientes obtenidos de levaduras cultivadas en medios enriquecidos***: Son aquellos minerales y vitaminas que han sido creadas mediante procesos farmacológicos, al mismo tiempo son añadidas al medio donde son cultivadas levaduras del tipo *Sacharomyces* y que permiten obtener vitaminas y minerales asimilados en levaduras (Canal de Nutrición, 2011).

1.2.4 Productos similares a los suplementos alimenticios.

Como es conocido, una dieta suficiente, variada y equilibrada debe proporcionar todos los nutrientes en la cantidad y proporción deseable, es decir, debe cubrir las ingestas diarias recomendadas (IDR), establecidas para cada nutriente, evitar situaciones carenciales y garantizar un funcionamiento normal del organismo. (Vidal Carou y Veciana Nogués, 2011)

La intensa relación entre alimentación y salud ha puesto en evidencia que la valoración de los alimentos no se puede limitar a los nutrientes “clásicos”, sino que debe ampliarse a múltiples microcomponentes de los mismos, a los que hasta hace relativamente poco tiempo se designaba como secundarios y de cuyas funciones biológicas se conocía poco o nada. La preocupación por la salud y el bienestar, y el papel de la dieta en este sentido, ha propiciado un espectacular crecimiento en la popularidad de todos aquellos productos alimenticios que aportan un beneficio adicional más allá del aporte a las necesidades nutritivas. (Vidal Carou y Veciana Nogués, 2011)

Son ejemplos de ello los alimentos funcionales, los alimentos enriquecidos y/o los complementos alimenticios. La existencia de varias categorías de productos alimenticios que cumplen con la premisa de aportar estos beneficios, junto con la presencia también de los denominados productos destinados a regímenes de alimentación especial (dietéticos) e incluso de

ciertas plantas medicinales de uso alimentario, ha contribuido a que a menudo el consumidor tenga una idea confusa de las diferencias que existen entre ellos. (Vidal Carou y Veciana Nogués, 2011)

Las diferencias entre alimentos y medicamentos están claras para el consumidor. Sin embargo, la presencia en el mercado de productos dietéticos y de alimentos comercializados con el fin de promocionar la salud ha generado una notable confusión. Ello es la causa de que muchas veces se usen como sinónimos términos que tienen un significado distinto, aunque es cierto que a veces las diferencias son sólo de matiz. De este modo, a medio camino entre los alimentos convencionales y los medicamentos, se situarían las siguientes categorías (Vidal Carou y Veciana Nogués, 2011):

- a) **Alimentos dietéticos:** Aquellos destinados a cubrir las necesidades de un sector específico de la población. Por ejemplo, las leches destinadas a la alimentación infantil, los alimentos para diabéticos o los preparados para nutrición enteral (NE).
- b) **Alimentos funcionales:** Aunque no tienen una definición legal propia, se considera que son aquellos que aportan al organismo, además de su valor nutricional, ciertos beneficios específicos sobre la salud. Por ejemplo, los alimentos que incorporan esteroides vegetales, en una cantidad adecuada, para ayudar a regular el hipercolesterolemia.
- c) **Alimentos enriquecidos:** Aquellos en los cuales la proporción de uno o más de sus nutrientes es superior a la de su composición habitual. La mayoría de los alimentos enriquecidos lo están en vitaminas y minerales, aunque también pueden estarlo en otros componentes. Algunos autores diferencian dentro de los enriquecidos a los alimentos fortificados, que serían aquellos a los que se añade un componente que ya contenían, mientras que el

término enriquecido lo reservan para aquellos cuya composición se modifica añadiendo un componente que no poseían originariamente.

- d) El término **nutracéutico** empezó a utilizarse en Estados Unidos al inicio de la década de 1990 para referirse a productos que contienen concentrados de sustancias bioactivas que potencialmente ejercen un efecto beneficioso para la salud. Estos productos, como los complementos alimenticios, se comercializan en distintas presentaciones (formas similares a una forma farmacéutica) y aportan dosis de la sustancia presumiblemente beneficiosa para la salud, en cantidades mucho más altas que las obtenidas a partir de una ingesta razonable del alimento que originalmente las contenía.

1.3 Moringa oleífera.

Moringa oleífera o Teberinto, es un árbol de crecimiento rápido: en el primer año desarrolla hasta 3 metros y en condiciones ideales 5 metros. El adulto alcanza hasta 10 ó 12 metros de altura, la copa es poco densa, de forma abierta, tirando a sombrilla, el tronco puede ser único o múltiple, su sistema radicular es muy poderoso y no fija nitrógeno. Es resistente a la sequía, aunque con tendencia a perder las hojas en períodos de estrés hídrico. Se beneficia de algún riego esporádico y de pequeños aportes de fertilizantes. (Montesinos, 2010)

1.3.1 Origen e historia.

La Moringa oleífera es un cultivo originario del norte de la India que actualmente abunda en todas las zonas tropicales. La variedad de nombres tanto en inglés como regionales ilustra los muchos usos asignados al árbol y sus productos. En algunos lugares se conoce como "palo de tambor" debido a la forma de sus vainas, que son uno de los principales productos alimenticios en la India y África. También es conocido como el árbol del rábano picante, debido al sabor de sus raíces, que los británicos utilizaban en la India como sustituto del rábano silvestre. En

algunos sitios del este de África se le conoce como "el mejor amigo de mamá", nombre que indica que la gente conoce muy bien el valor del árbol. (Folkard y John, 1996)

Este cultivo puede ser propagado por medio de semillas o por reproducción asexual (estacas), aún en suelos pobres; soporta largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas. (Folkard y John, 1996)

Es una de esas especies resistentes que requieren poca atención hortícola y crece rápidamente, hasta cuatro metros en un año. El árbol brinda una innumerable cantidad de productos valiosos que las comunidades han aprovechado por cientos de años, entre ellos se tienen el aceite extraído de las semillas y el polvo de hojas. Las vainas verdes, las hojas, las flores y las semillas tostadas son muy nutritivas y se consumen en muchas partes del mundo. El aceite de la semilla de Teberinto puede utilizarse en la cocina, para producir jabones, cosméticos y combustible para lámparas. Los cultivos de Teberinto pueden crecer como cercas vivas o cortinas rompe vientos y es adecuado para áreas donde la combinación de fuertes vientos y largos períodos de sequía causan seria erosión al suelo. Se adapta bien y es una buena fuente de leña. (Folkard y John, 1996)

En la India, la pulpa de la madera se utiliza para hacer papel. El árbol proporciona una sombra poco densa, útil para sistemas de intercultivo donde la luz solar intensa y directa puede dañar los cultivos; además constituye un buen árbol ornamental. (Folkard y John, 1996)

Como ya se ha mencionado, todas las partes del árbol de Teberinto son aprovechadas para diversos usos, tanto para alimentos como para diversos usos en la medicina y cosmetología; cabe recalcar que las hojas tienen cualidades nutritivas sobresalientes, que están entre las mejores de todos los vegetales perennes. El contenido de proteína es del 27%; además tienen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitamina A y C. Este valor nutricional es

particularmente importante en áreas donde la seguridad alimentaria se puede ver amenazada por períodos de sequía, pues las hojas de Teberinto pueden cosecharse durante las épocas secas, cuando no hay otros vegetales frescos disponibles (Folkard y John, 1996).

1.3.2 Clasificación botánica.

El Teberinto es el único género de la familia Moringácea, nativo de África y Asia. Contiene 13 especies de los climas tropicales y subtropicales, que varían en tamaño, de pequeñas hierbas a árboles inmensos. La especie más cultivada es el Teberinto, un árbol nativo de múltiples propósitos del Himalaya en el norte de la India y cultivado a través de los trópicos. La *M. stenopetala* es una especie africana también cultivada ampliamente, pero mucho menos extensiva que el Teberinto. (Folkard y John, 1996)

En la Tabla 1.1 se presenta la clasificación científica del Teberinto y en la Tabla 1.2 se muestran los nombres científicos de las 13 especies existentes de la familia Moringácea:

Tabla 1.1

Clasificación científica del Teberinto.

Clasificación científica	
Reino	Plantae
No clasificado	Angiospermas
No clasificado	Eudicotas
No clasificado	Rosidae
Orden	Brassicales
Familia	Moringaceae
Género	Moringa

Fuente: (Folkard y John, 1996)

Tabla 1.2

Nombres científicos de las trece especies existentes de la familia Moringácea

Número	Nombre	Lugar
1	<i>M. oleífera</i>	Noroeste de la India
2	<i>M. arbórea</i>	Kenia
3	<i>M. borziana</i>	-
4	<i>M. concanensis</i>	-
5	<i>M. drouhardii</i>	Suroeste de Madagascar
6	<i>M. hisdebrandt</i>	-
7	<i>M. longituba</i>	-
8	<i>M. ovalifolia</i>	-
9	<i>M. peregrine</i>	-
10	<i>M. pygmaea</i>	-
11	<i>M. rivae</i>	-
12	<i>M. ruspoliana</i>	-
13	<i>M. stenopetal</i>	-

Fuente: (Agarwal, 2016)

1.3.3 Usos del Teberinto.

Entre los principales usos del Teberinto se pueden mencionar los siguientes (Montesinos, 2010):

- a. Consumo:** El sabor es agradable y las diversas partes de la planta se pueden consumir crudas, especialmente hojas y flores, o cocinadas de diferentes maneras.
- b. Ornamentales:** Son árboles de formas atractivas. Admiten las podas, se pueden utilizar como árboles de sombra, setos y cortinas rompe vientos.
- c. Protección a otros cultivos en sistemas agroforestales:** Al no ser un árbol excluyente, es un buen soporte para especies trepadoras. Es indicado para el “cultivo en callejones” debido

a su crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales escasa sombra y alta productividad de biomasa. El cultivo en callejones consiste en cultivar especies herbáceas anuales o de ciclo corto entre hileras de árboles, formando “callejones” sirven de protección contra el viento y sol excesivo y enriquecen la tierra.

- d. Leña:** Proporciona un combustible aceptable, especialmente para cocinar, con un poder calorífico de 4,600 kcal/kg. La madera, frágil y blanda, apenas tiene otro interés que la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel, de excelente calidad en ambos casos.
- e. Melífero:** Es una importante fuente de néctar para las abejas.
- f. Depuración de aguas:** Las semillas capturan partículas en suspensión, las unen y precipitan. Por eso se consideran uno de los mejores floculantes naturales. Se emplean en la depuración y purificación de aguas fluviales, turbias, mieles y jugo de la caña de azúcar.
- g. Seto:** Se desarrolló muy rápido. Aunque algo sensible al viento como árbol solitario, en agrupaciones es bastante resistente. Como cerca viva se emplean los tallos a modo de poste vivo que soportan los elementos de la cerca.
- h. Aceite:** La semilla contiene 35% de aceite de alta calidad, poco viscoso y dulce, con 73% de ácido oléico, similar al aceite de oliva. No se enrancia y es bueno para ensaladas, en la fabricación del jabón y cosméticos. Arde sin producir humo, por lo que es apto para lámparas.
- i. Fertilizante:** Los subproductos del procesamiento de la semilla forman una torta muy indicada como fertilizante natural por su alto contenido en nitrógeno.
- j. Forraje:** Las hojas son uno de los forrajes más completos, ricas en proteínas, vitaminas y minerales y con palatabilidad excelente, se consumen ávidamente por rumiantes, camellos, cerdos, aves, carpas, tilapias y otros peces herbívoros.

- k. Fuente de hormonas:** Promotoras de crecimiento vegetal; obtenidas a partir de un extracto de hojas y tallos jóvenes. El principio activo es la Zeatina, hormona vegetal del grupo de las citoquininas. Sus hojas incorporadas al suelo previenen el ataque de plagas.
- l. Otros usos:** Las hojas son muy útiles en la producción de biogás. De la corteza se extraen fibras para la producción de sogas y de la madera se extrae un tinte azul de interés industrial, gomas y taninos para el curtido de pieles (Montesinos, 2010).

1.3.4 Composición nutricional de la hoja de Teberinto.

Como ya se ha mencionado, de las diversas partes de la planta, la hoja es la más rica en nutrientes, esto se demuestra en la Tabla 1.3, Tabla 1.4 y Tabla 1.5:

Tabla 1.3

Contenido de aminoácidos de la hoja de Teberinto

Contenido del aminoácido de las hojas de Moringa por cada 100 gramos		
	Hojas Frescas	Hojas Secas
Arginina	406.6 mg	1,325 mg
Histidina	149.8 mg	613 mg
Isoleucina	299.6 mg	825 mg
Leucina	492.2 mg	1,950 mg
Lisina	342.4 mg	1,325 mg
Metionina	117.7 mg	350 mg
Fenilalanina	310.3 mg	1,388 mg
Treonina	117.7 mg	1,188 mg
Triptofano	107 mg	425 mg
Valina	374.5 mg	1,063 mg

Fuente: (Mathur B. , 2005)

Tabla 1.4

Contenido de vitaminas y minerales de las hojas de Teberinto.

Contenido de vitaminas y minerales del polvo de las hojas secas de Teberinto por cada 100g	
Beta caroteno (Vit. A)	16.3 mg
Tiamina (B1)	2.64 mg
Riboflavina (B2)	20.5 mg
Niacina (B3)	8.2 mg
Vitamina C	17.3 mg
Vitamina E	113
Calcio	2,003 mg
Calorías	205 cal
Carbohidratos	38.2 g
Cobre	0.57 mg
Grasa	2.3 g
Fibra	19.2 g
Hierro	28.2 mg
Magnesio	368 mg
Fósforo	204 mg
Potasio	1,324 mg
Proteína	27.1 g
Azufre	870 mg

Fuente: (Domínguez Deras, 2017)

Estudios realizados de la composición de las hojas de Teberinto, como ya se pudo observar, en la Tabla 1.4 se describen el contenido de vitaminas y minerales; menciona el contenido de grasa, pero no se especifican los ácidos grasos que pueden existir, es por ello que es importante dar a conocer cuáles son esos ácidos grasos que contiene la hoja de Teberinto, y a

la vez ayudarán para tener mayor conocimiento acerca de la composición del suplemento alimenticio elaborado a base de las hojas de Teberinto. En la Tabla 1.5 se presentan dichos datos (Guevara M. y Rovira Q., 2012).

Tabla 1.5

Contenido de ácidos grasos en la hoja de Teberinto

Ácidos Grasos	Media±DE
Total grasa saturada	39.8±0.91
Ácidos pelargónico	1.07±0.02
Ácido mirístico	4.21±0.28
Ácido palmítico	25.35±0.01
Ácido esteárico	4.36±0.20
Ácido araquídico	1.51±0.18
Ácido behénico	3.30±0.22
Total de grasa mono insaturada	6.79±0.70
Ácido oléico	6.79±0.70
Total grasa poli insaturada	53.41±0.20
Ácido alfa-linoléico	10.27±0.05
Ácido linolénico	43.14±0.25

Fuente: (Guevara M. y Rovira Q., 2012)

Nota: DE: Desviación estándar.

CAPITULO II

2. ESTUDIO EMPIRICO PARA LA FORMULACIÓN DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.

2.1 Desarrollo de Suplemento Alimenticio a Base de Teberinto.

Para la formulación y desarrollo del suplemento alimenticio basado en el aprovechamiento de la hoja de Teberinto, conocidas las características nutricionales, vitamínicas y medicinales, es fundamental conocer las características de calidad e inocuidad del suplemento elaborado, al igual la calidad de las materias primas a utilizar, debido a que es primordial para el consumidor conocer la importancia y las características de cada alimento que consume.

El diseño y desarrollo del suplemento alimenticio se justifica con la oportunidad de aprovechar el árbol de Teberinto, ya que es un recurso natural que se produce en el país, y beneficiar de esta forma al mercado de la industria alimentaria con la creación de un alimento innovador, que proporcione al consumidor un beneficio notable en su dieta alimentaria.

El éxito en el mercado consumidor radica en el diseño óptimo de la producción del suplemento, la calidad y confiabilidad que se emplea en el proceso para satisfacer las necesidades, ofreciendo un producto que se adapte a la mayor parte de población, apoyando así, a la seguridad alimentaria y nutricional de El Salvador.

Existen tantas opciones para el diseño y desarrollo de un producto y opiniones de cómo hacerlo, sin embargo, en este estudio, se ha estimado conveniente desarrollar en la medida de lo posible las siguientes etapas: (Beltranena Martínez, González Cornejo, y Ramos Vásquez, 2012)

1. Conceptualización del producto.
2. Identificación de los factores de calidad del producto.
3. Selección de ingredientes.

4. Generación de alternativas para el proceso de producción.
5. Consideración de requerimientos medioambientales en el diseño de productos y normativas.

Bajo estos cinco puntos tratados con anterioridad en el marco teórico, se desarrollará el presente capítulo de investigación denominado “Estudio empírico”.

2.1.1 Conceptualización del producto: “Suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto”

Como alternativa de alimentos que proporcionen grandes beneficios a la salud y a la buena nutrición humana, basados en el aprovechamiento de un recurso natural como es el árbol de Teberinto, se presenta una opción más económica que las existentes en el mercado, se pretende llegar a una población más amplia en El Salvador, principalmente a la de escasos recursos, con el fin de ayudar a minimizar problemas de desnutrición que tanto afectan al ser humano.

Antes de considerar los ingredientes y la composición del suplemento alimenticio, se definió una serie de características que se deben cumplir en la medida de lo posible.

- a) El suplemento debe aportar los nutrimentos que se sabe son necesarios y las cantidades que se recomiendan para llevar una dieta adecuada.
- b) Los ingredientes seleccionados para su elaboración deben ser de fácil adquisición en El Salvador y de bajo costo relativo.
- c) El proceso involucrado en la elaboración del suplemento debe ser lo más sencillo y de menor costo posible.
- d) El sabor debe ser agradable para estimular el consumo del suplemento alimenticio.
- e) La forma final del suplemento debe ser práctica para facilitar su distribución y consumo.
- f) La presentación y el empaque del suplemento alimenticio debe ser atractivo y permitir la conservación adecuada del producto por un lapso razonable.

2.2 Identificación de los Factores de Calidad e Inocuidad del Suplemento.

Para evaluar la calidad del producto a formular, se tomarán en cuenta los siguientes factores (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, 2002):

- a) Evaluación de la calidad organoléptica de distintas formulaciones de suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto.
- b) Evaluación de la vida de anaquel del producto como función de factores asociados a la conservación del mismo.

La responsabilidad de asegurar alimentos inocuos y nutritivos a lo largo de la cadena alimentaria incumbe a todos los interesados, desde el productor hasta el consumidor final. Es importante tomar en cuenta en la elaboración del suplemento alimenticio la calidad del producto, pero sin menospreciar el interés que merece la inocuidad del mismo. (FAO, 2002)

Las enfermedades transmitidas por alimentos persisten, y son motivo de grave preocupación. Los alimentos son el vector de múltiples peligros biológicos, químicos y físicos, pues todo ser humano los consume, ya que son los que nos proporcionan las fuentes necesarias para la vida, por lo que en el proceso de elaboración del suplemento alimenticio se busca obtener un proceso óptimo, de calidad, que garantice la inocuidad del suplemento y proporcionar al consumidor un alimento que beneficie su salud. (FAO, 2002)

Por otra parte, la inocuidad del producto también depende del consumidor, debido a que este debe apegarse a la información e indicaciones de preparación que contiene el suplemento alimenticio en su envase. (FAO, 2002)

La inocuidad de los alimentos es sólo una parte de un conjunto más amplio de cuestiones, que no se limitan a cómo evitar la presencia de patógenos biológicos, sustancias químicas tóxicas

y otros peligros transmitidos por alimentos. Con la formulación del suplemento alimenticio se obtendrá algo más que un alimento inocuo y de calidad, se obtendrá un alimento que busca satisfacer las necesidades nutricionales, que sea sabroso, además de producirlo de forma ética, respetando el medio ambiente y la salud. En la elaboración del suplemento alimenticio se toman normativas vigentes apegadas al proceso de producción y buenas prácticas de manufactura (BPM) (FAO, 2002).

2.2.1 Materia Prima y selección de ingredientes.

La materia prima son los materiales extraídos de la naturaleza, que sirven para transformar la misma y convertir en bienes de consumo. Existe una gran diversidad de materias primas que se clasifican según su origen. (EcuRed, 2017)

Se estudiaron materias primas procedentes de las actividades del sector primario que cumplen con las normativas vigentes de calidad e inocuidad. La materia prima debe ser perfectamente identificable y medible, para poder determinar tanto el costo final de producto como su composición (EcuRed, 2017).

En la selección de los ingredientes se busca obtener la mejor calidad y aporte nutricional que cumplan las características que se requieren para formular un suplemento alimenticio que proporcione al consumidor los beneficios que busca del alimento, por tanto, la selección del ingrediente es de gran importancia.

Los ingredientes seleccionados para la elaboración del suplemento alimenticio cuentan con las características nutricionales y de calidad por las cuales son seleccionados, por ejemplo se describe el origen de la maltodextrina el cual es obtenida del maíz por lo que no contiene gluten, con esto se está garantizando que cualquier persona intolerante al gluten pueda consumirlo, contiene sacarosa (azúcar de mesa), el polvo de la hoja de Teberinto que es de origen natural,

saborizante compuesto por: dextrosa, carbonato de calcio y un aromatizante de banano ó tutti-frutti , vitaminas y minerales que son necesarias para el buen funcionamiento del cuerpo humano como: Ac. fólico, yodo, zinc y vitamina K₄. A continuación, se describen los ingredientes presentes en el suplemento alimenticio formulado.

i. Hoja Teberinto.

El polvo de la hoja de Teberinto obtenida al dejar secar la hoja, tomando en cuenta todos los parámetros de calidad e implementación de BPM en su proceso, estas multiplican sus propiedades nutricionales entre 3 y 10 veces, los cuales la hacen muy beneficiosa para el consumo en la dieta humana, proporcionando una gran cantidad de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales. (Mathur B. , 2005)



Figura 2.1: Polvo de la hoja de Teberinto
Fuente: (Mathur B. , 2005)

En la sección 1.3.4 composición nutricional de la hoja de Teberinto, en las Tablas 1.3, 1.4 y 1.5 se describen todas las características beneficiosas que contiene el polvo de la hoja de

Teberinto, que contribuyen con una gran porción de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para el buen funcionamiento del ser humano.

ii. *Maltodextrina.*

La maltodextrina es un polisacárido dulce que se obtiene por hidrólisis del almidón (es un carbohidrato), por lo que es un aditivo que, aunque se ha procesado, es de origen natural. Generalmente se obtiene del maíz, sobre todo en Estados Unidos, mientras que en Europa es más habitual que se produzca a partir del trigo o la cebada, aunque también hay maltodextrina obtenida del almidón de la patata y de la tapioca. (Badui Dergal, 2006)

La maltodextrina se utiliza en la industria como humectante y espesante, para estabilizar alimentos con muchas grasas, para dispersar ingredientes secos, para favorecer el secado por aspersión de sabores, jugos de frutas u otros productos difíciles de secar, y como fuente de carbohidratos en bebidas energéticas, proporciona tantas calorías como el azúcar. (Badui Dergal, 2006)

Se presenta como un polvo blanquecino, que es soluble en agua fría y caliente. Se puede utilizar en la cocina con distintas finalidades, como para recetas tradicionales que se quieran espesar y entre otras cosas, aportar un ligero dulzor. El organismo la asimila rápidamente y es de fácil digestión. (Badui Dergal, 2006)

iii. *Saborizante.*

Por definición, saboreador, saborizante o aromatizante es la sustancia o mezcla de sustancias de origen natural, las idénticas a las naturales y las sintéticas artificiales, con o sin diluyentes, agregados o no de otros aditivos que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o aroma de los productos. (Badui Dergal, 2006)

iv. Sacarosa.

La sacarosa, llamada comúnmente “azúcar”, está integrada por una glucosa cuyo carbono aldehídico se une al cetónico de la fructosa, estableciendo un enlace glucosídico, que impide que este disacárido sea reductor por carecer de grupos aldehído o cetona libres. (Badui Dergal, 2006)

La sacarosa es el químico orgánico más abundante en el mundo. Su hidrólisis parcial se aprovecha comercialmente en la elaboración de azúcar invertido usado en bebidas, ya que se reduce el porcentaje de azúcar necesario para proporcionar un dulzor determinado. (Badui Dergal, 2006)

Abunda en forma natural en casi todas las frutas, en algunas raíces (como la remolacha, a partir de la cual se obtiene comercialmente, junto con la caña de azúcar), en ciertos granos, y en leguminosas como los chícharos. Su concentración en los diversos alimentos varía de manera considerable según el grado de madurez de estos productos. (Badui Dergal, 2006)

v. Vitaminas:

Las vitaminas son sustancias químicas no sintetizables por el organismo, presentes en pequeñas cantidades en los alimentos y son indispensables para la vida, la salud, la actividad física y cotidiana. (Licata, 2017)

Las vitaminas no producen energía y por tanto no implican calorías. Intervienen como catalizador en las reacciones bioquímicas provocando la liberación de energía. En otras palabras, la función de las vitaminas es la de facilitar la transformación que siguen los sustratos a través de las vías metabólicas. (Licata, 2017)

El cuerpo humano necesita 13 vitaminas. Son las vitaminas A, C, D, E, K y las vitaminas B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, biotina, vitamina B-6, vitamina B-12 y folato o ácido fólico). (MedlinePlus, 2017)

vi. *Minerales:*

Los minerales son, por lo menos, tan importantes como las vitaminas para lograr el mantenimiento del cuerpo en perfecto estado de salud. Pero, como el organismo no puede fabricarlos, debe utilizar las fuentes exteriores de los mismos, como son los alimentos, los suplementos nutritivos, la respiración y la absorción a través de la piel, para poder asegurar un adecuado suministro de ellos. Después de la incorporación al organismo, los minerales no permanecen estáticos, sino que son transportados a todo el cuerpo y eliminados por excreción, al igual que cualquier otro constituyente dinámico. (Longevus, 2017)

Un mineral es un elemento inorgánico (comúnmente un metal) combinado con algún otro grupo de elementos, o elemento químico, como puede ser un óxido, un carbonato, un sulfato, un fosfato, etc. Los alimentos no son siempre suficientes en calidad y cantidad para poder satisfacer todas las necesidades del organismo en dichos metales, y en tal caso hemos de recurrir a los suplementos minerales para aumentar la ingestión de metales. (Longevus, 2017)

2.2.2 Evaluación de la calidad organoléptica de formulaciones del suplemento alimenticio.

La primera fase experimental tiene por objetivo seleccionar la formulación con mayor aceptabilidad sensorial. Por otra parte, el objetivo de desarrollar la segunda fase experimental es evaluar la funcionalidad temporal del producto con la formulación diseñada en función de los resultados obtenidos en la primera etapa experimental.

2.2.3 Diseño del experimento para evaluar la calidad organoléptica de las formulaciones del suplemento alimenticio.

En el desarrollo de nuevos productos, los principales problemas son determinar las condiciones de operación y la proporción de los ingredientes, que den como resultado el producto más conveniente en término de sus características, para obtener las proporciones de los

ingredientes; lo más adecuado es implementar un diseño de mezclas cuya formulación resulte de una mezcla de dos o más ingredientes. (Gutiérrez P. y De la Vara S., s.f.)

En los experimentos con mezclas, los factores son los ingredientes y por consiguiente sus niveles no son independientes, ya que siempre la suma de los factores debe de ser del 100%. (Gutiérrez P. y De la Vara S., s.f.)

Para la formulación del suplemento alimenticio se tomaron en cuenta muchos factores, que ayudan a determinar los parámetros necesarios para la elaboración del producto, al mismo tiempo se emplearon las BPM en el proceso, con el objetivo de evitar contaminación en el producto y así obtener un producto inocuo. Para la formulación se plantean una serie de variables las cuales evaluarán de forma precisa los factores que determinarán la calidad y elaboración del producto.

Variables independientes.

- a) *Temperatura y tiempo de mezcla*: Son variables que se encuentran presentes en la formulación y desarrollo del suplemento alimenticio, no controlables.
- b) *Proporción de las mezclas*: Es el factor por controlar en la formulación y desarrollo del suplemento alimenticio, obtenido mediante el *diseño para mezclas de vértices extremos para 4 componentes*.

Variables respuesta.

Se eligieron las variables respuestas de acuerdo con el tipo de producto desarrollado mediante la escala de análisis sensorial. Como variables respuestas fueron los siguientes atributos sensoriales: Apariencia visual, aroma, solubilidad, sabor y sensación bucal.

El suplemento alimenticio formulado se obtiene por asociación y mezcla de diversas materias primas de origen natural y sintético, entre las cuales se distinguen por lo general a las

materias activas que cumplen la función principal y los auxiliares de formulación que aseguran las funciones secundarias, facilitando la preparación o puesta a punto del producto, o prolongar su duración. El objetivo principal de la fase de formulación es conseguir un producto de sabor agradable, a la vez atractivo visualmente, además de cumplir con todos los propósitos de formular un alimento nutritivo para el consumidor.

El diseño experimental que se utilizó para evaluar la calidad organoléptica de la formulación del producto es un *diseño de experimentos de mezclas de componentes con composición restringida*, debido a que, la proporción de algunos ingredientes a utilizar puede variar, esta se encuentra restringida a regulaciones alimentarias, Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) y nutricionales condicionadas por la naturaleza del producto.

2.2.4 Construcción del diseño experimental

En esta etapa del estudio se realizaron dos diseños para la elaboración del suplemento alimenticio, se realizó un diseño experimental para la elaboración del suplemento alimenticio sabor a banano y otro diseño experimental para un suplemento alimenticio sabor a tutti-frutti, esto con la finalidad de poner a disposición de los panelistas y dar la oportunidad de elegir entre dos sabores diferentes de suplemento alimenticio.

De esta forma la Tabla 2.1 y Tabla 2.2 muestran la función que cumplen los excipientes en la formulación y los niveles mínimos y máximos para los diseños. Debido a que cada diseño experimental cuenta con el valor fijo de vitaminas y minerales los arreglos para cada variable cambian con la ecuación siguiente.

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2 \dots q \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde “ X_i ” representa el i -ésimo componente en la mezcla en términos de pseudo componentes y “ q ” representa los componentes de la mezcla. (Gutiérrez P. y De la Vara S., s.f.)

La Tabla 2.1 contiene los ingredientes que se utilizarán para el suplemento alimenticio sabor a banano y los rangos de variación de la composición.

Tabla 2.1

Ingredientes para el suplemento alimenticio sabor banano y los rangos de la variación de la composición

Componentes	Función	Parámetro asociado	Composición frac. mínima	Composición frac. máxima
Maltodextrina	Agente de carga	X ₁	0,48337	0.54
Sacarosa	Endulzante	X ₂	0.19	0.2333
Teberinto	Proporciona vitaminas, minerales y aminoácidos	X ₃	0,0999	0.1333
Banano	Saborizante	X ₄	0.1	0.1499
Vitaminas y minerales	Proporciona vitaminas y minerales	Fija (V y M)	0.0000204	0.0000204

Nota: Como se puede apreciar en la Tabla 2.1, debido a que existe un componente fijo, y la suma de la proporción de las variables debe ser igual al 100% de la mezcla se le resta el valor del componente fijo.

Ver fichas de especificación técnica de los ingredientes en Anexo A.

Tabla 2.2

Ingredientes para el suplemento alimenticio sabor tutti-frutti y los rangos de variación de la composición

Componentes	Función	Parámetro asociado	Composición frac. mínima	Composición frac. máxima
Maltodextrina	Agente de carga	X ₁	0.5134	0.56
Sacarosa	Endulzante	X ₂	0,1967	0,2333
Teberinto	Proporciona vitaminas, minerales y aminoácidos	X ₃	0.0999	0.1333
tutti-frutti	Saborizante	X ₄	0.0833	0.1199
Vitaminas y minerales	Proporciona vitaminas y minerales	Fija (V y M)	0.0000204	0.0000204

Nota: Como se puede apreciar en la Tabla 2.2, debido a que existe un componente fijo, y la suma de la proporción de las variables debe ser igual al 100% de la mezcla se le resta el valor del componente fijo.

Ver fichas de especificación técnica de los ingredientes en Anexo A.

$$\sum_i^q = 1 \ ; \ X_i = X_1 + X_2 + \dots + X_q = 1.0 - X_{\text{fijos}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

El componente fijo son las vitaminas y minerales que han sido seleccionadas para que el suplemento alimenticio contenga mayor fuente de nutrientes, estas cantidades son fijas ya que están reguladas por el VDR valor diario recomendado por la FDA y su proporción en la mezcla ya están definidas de acuerdo con la proporción de suplemento recomendada.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los experimentos se planificaron como un *diseño para mezclas de vértices extremos para 4 componentes*, con una sola réplica por combinación de ingredientes restringidos en los rangos de composición máxima y mínima, en total se obtuvieron 10 corridas. El diseño de experimentos resultantes para la formulación sabor a banano se muestra en la Tabla 2.3 y el diseño de experimento para la formulación sabor a tutti-frutti también se realizó con la misma metodología, dando un número de corridas igualmente de 10, este diseño se muestra en la Tabla 2.4.

Tabla 2.3

Composición de las posibles mezclas de los 4 componentes variables para suplemento sabor banano

Formulación	X₁	X₂	X₃	X₄
1	0,54	0,2333	0,1266	0,1
2	0,54	0,2333	0,0999	0,1267
3	0,54	0,22657	0,13333	0,1
4	0,54	0,19	0,13333	0,13657
5	0,53327	0,2333	0,13333	0,1
6	0,48337	0,2333	0,13333	0,1499
7	0,54	0,2101	0,0999	0,1499
8	0,54	0,19	0,12	0,1499
9	0,5168	0,2333	0,0999	0,1499
10	0,52667	0,19	0,13333	0,1499

Tabla 2.4

Composición de las posibles mezclas de los 4 componentes variables para suplemento sabor tutti-frutti

Formulación	X₁	X₂	X₃	X₄
1	0,56	0,2333	0,1233	0,0833
2	0,56	0,2333	0,0999	0,1067
3	0,56	0,2233	0,1333	0,0833
4	0,56	0,1967	0,1333	0,1099
5	0,55	0,2333	0,1333	0,0833
6	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199
7	0,56	0,2201	0,0999	0,1199
8	0,56	0,1967	0,1233	0,1199
9	0,5468	0,2333	0,0999	0,1199
10	0,55	0,1967	0,1333	0,1199

Como se aprecia en la Tabla 2.3 y Tabla 2.4, se representan las posibles mezclas de componentes variables para la elaboración del suplemento alimenticio evaluando 4 de 5 componentes en cada uno de los diseños para los 2 sabores a evaluar, en las tablas 2.3 y 2.4 hace referencia de los componentes asociados a cada una de las variables del diseño. Debido a que anteriormente se especificó que uno de los componentes es fijo, estos no se introducen al análisis de mezcla calculado con el software, pues ya se definió que la suma de la proporción de las variables debe ser igual al 100% de la mezcla, restándole el valor del componente fijo.

$$\sum_i^q = 1 \quad ; \quad X_i = X_1 + X_2 + \dots + X_q = 1.0 - X_{\text{fijo}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Por tanto:

$$\sum_i^q = 1; X_i = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1 - 0.0000204$$

$$\sum_i^q = 1; X_i = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 0.99997$$

Ahora se procede a tabular los datos de la mezcla donde la sumatoria de todas las fracciones da el 100% de la mezcla, incluyendo el componente fijo que estará presente en el diseño de mezcla como se muestra en la Tabla 2.5 y Tabla 2.6 respectivamente para cada sabor.

Tabla 2.5

Formulaciones para la elaboración del suplemento alimenticio sabor banano.

Formulación	Componentes variables				Componente fijo
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	V y M
1	0,54	0,2333	0,1266	0,1	0,0000204
2	0,54	0,2333	0,0999	0,1267	0,0000204
3	0,54	0,22657	0,13333	0,1	0,0000204
4	0,54	0,19	0,13333	0,13657	0,0000204
5	0,53327	0,2333	0,13333	0,1	0,0000204
6	0,48337	0,2333	0,13333	0,1499	0,0000204
7	0,54	0,2101	0,0999	0,1499	0,0000204
8	0,54	0,19	0,12	0,1499	0,0000204
9	0,5168	0,2333	0,0999	0,1499	0,0000204
10	0,52667	0,19	0,13333	0,1499	0,0000204

Tabla 2.6

Formulaciones para la elaboración del suplemento alimenticio sabor tutti-frutti.

Formulación	Componente variable				Componente fijo
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	V y M
1	0,56	0,2333	0,1233	0,0833	0.0000204
2	0,56	0,2333	0,0999	0,1067	0.0000204
3	0,56	0,2233	0,1333	0,0833	0.0000204
4	0,56	0,1967	0,1333	0,1099	0.0000204
5	0,55	0,2333	0,1333	0,0833	0.0000204
6	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	0.0000204
7	0,56	0,2201	0,0999	0,1199	0.0000204
8	0,56	0,1967	0,1233	0,1199	0.0000204
9	0,5468	0,2333	0,0999	0,1199	0.0000204
10	0,55	0,1967	0,1333	0,1199	0.0000204

2.2.5 Etapas del diseño para la formulación del suplemento alimenticio.

En la fase experimental para la formulación del suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto, se procede a diseñar el proceso para elaborar las formulaciones obtenidas en el *diseño de mezclas de vértices extremos* donde se obtuvieron 10 experimentos por cada uno de los dos diseños, debido a que se realizó un diseño para un suplemento alimenticio sabor banano y otro sabor tutti-frutti, que se procederán a realizar con el proceso explicado en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7

Proceso de elaboración del suplemento alimenticio a nivel de laboratorio.

Fase del proceso	Descripción
Recepción	Es la primera fase del proceso donde se obtiene la materia prima con las características de calidad e inocuidad deseada. (Ver fichas de especificación técnica de los ingredientes utilizados en Anexo A).
Almacenamiento	Se almacenan las diferentes materias primas a utilizar para la elaboración del suplemento alimenticio a las condiciones especificadas, esto con el fin de mantener la calidad e inocuidad en cada una de las pruebas experimentales hasta obtener el proceso y la formulación óptima.
Pesaje	Para la prueba experimental se pesan todos los ingredientes previamente a mezclar: maltodextrina, Teberinto, sacarosa, saborizante y vitaminas y minerales adicionales.
Mezclado	El proceso de mezclado se lleva a cabo durante un tiempo de 15-20 minutos hasta obtener el mezclado de los componentes totalmente homogéneo, a una temperatura ambiente con el total cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en todo el proceso.
Tamizado	El tamizado se realiza posterior al proceso de mezclado para determinar y verificar la calidad de la mezcla, el cual se realiza con una malla # 80, clasificando como un producto en polvo ultra fino. (McCabe, Smith, & Harriot, 1998)
Obtención del suplemento en polvo	Una vez tamizado el producto se obtiene el suplemento en polvo y se procede a realizar la dilución del producto en agua cristalina para determinar las características sensoriales a nivel experimental, con una porción aproximada de 30 gramos de suplemento diluida en 250 mL de agua cristalina.

Diagrama esquemático del proceso.

En la Figura 2.2 se muestra el diagrama de flujo del proceso, el cual contiene cada una de las etapas que conlleva la elaboración del suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto, especificando en cada una de las condiciones en que se realizará.

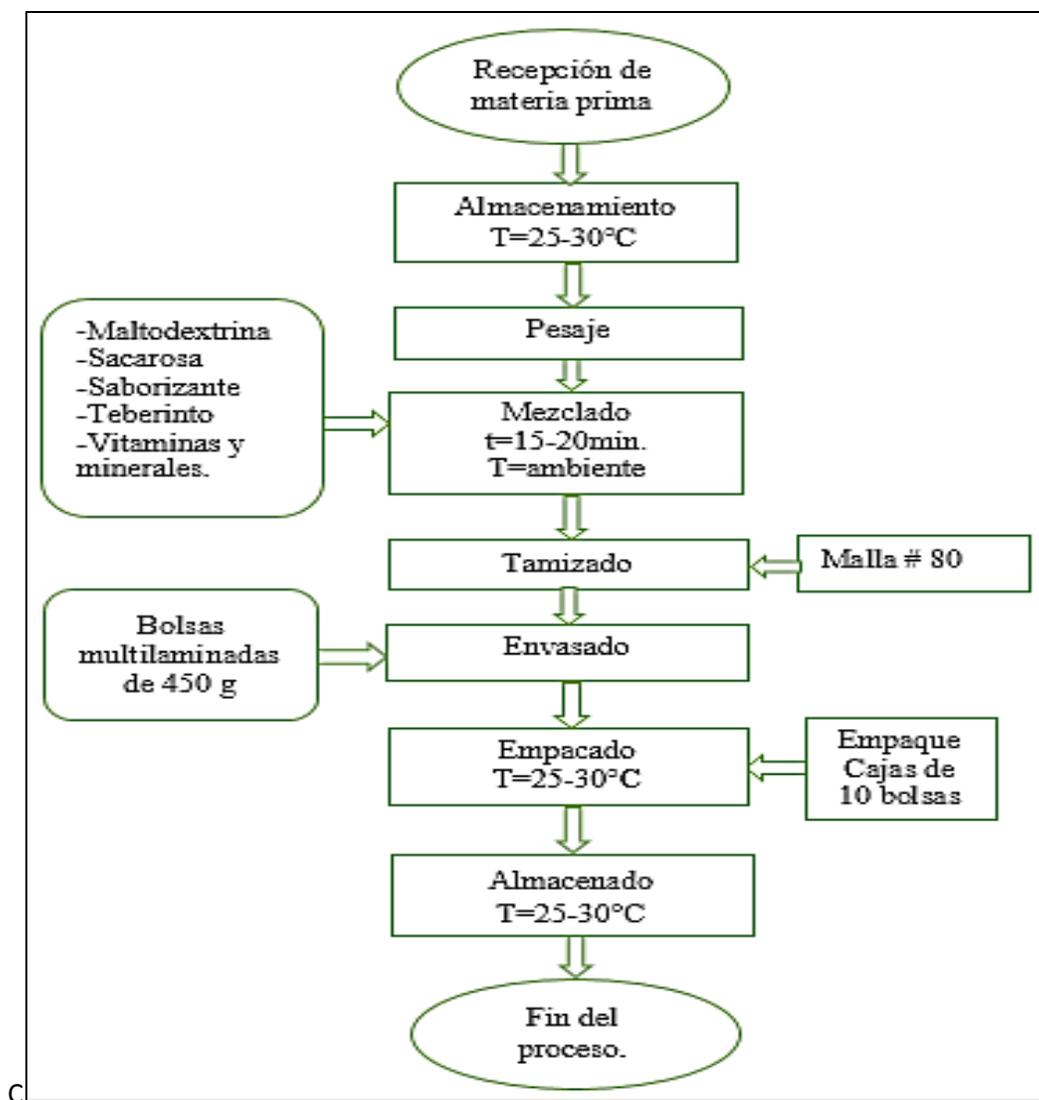


Figura 2.2: Diagrama esquemático de Flujo del Proceso.

En el Anexo B se presenta la marcha de laboratorio, donde se detalla el proceso seguido para ejecutar el diseño de experimentos, para la elaboración de las mezclas para la formulación del suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto.

2.3. Análisis sensorial.

El análisis sensorial se basa en lo que pueden percibir nuestros sentidos: visual, táctil, auditivo, olfativo y gustativo. Para obtener los resultados de la evaluación sensorial por medio de los sentidos, se utilizan tablas que muestran las cualidades dependiendo lo que se quiere evaluar para determinar la calidad organoléptica del producto. (Espinoza Manfugás, 2007)

Anteriormente se definió la obtención de las variables respuestas por medio de la evaluación organoléptica de las distintas muestras, las cuales son: Apariencia visual, olor, solubilidad, sabor y sensación bucal.

Las características organolépticas que se evaluaron, para el suplemento alimenticio en polvo fueron: Apariencia visual, olor y solubilidad, esto con el fin de determinar la calidad y aceptación del producto en polvo. Luego de realizar la reconstitución del suplemento, se evaluaron características como: Apariencia visual, color, sabor y sensación bucal, así de esta forma evaluar la calidad organoléptica global. El análisis sensorial elegido fue de aceptación, a través de una escala hedónica, la cual se utiliza en pruebas de nivel de agrado, realizando el proceso de medición de las variables respuestas de cada mezcla preparada, y se llevó a cabo mediante las etapas siguientes: (Ver en Anexo C el diseño del instrumento utilizado en la realización del análisis sensorial)

Etapa 1: *Diseño del instrumento de recolección de información*

El instrumento a utilizar fue construido de forma que pudiera capturar integralmente toda la información sensorial relacionada con cada muestra del producto, de tal forma que fuese de fácil comprensión para el panelista calificador, tal como se muestra en la Figura 2.3:

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

Edad: _____
Sexo: _____
Nombre del producto: _____
Codigo de pastelero: _____

Frente a usted se encuentran 10 muestras que deben valorar de acuerdo a su agrado. A continuación se presenta una escala de calificación del 1 al 5 de las cuales usted debe la calificación a los aspectos evaluados, correspondientes a cada una de las muestras que aparecen codificadas.

ASPECTO	CALIFICACION
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta, ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO EN POLVO	MUESTRAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Olor										
Apariencia visual										
Solubilidad										

ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO PREPARADO	MUESTRAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Apariencia visual										
Olor										
Sabor										
Sensación bucal										

Comentarios: _____

(Gracias por su colaboración!)

Figura 2.3: Instrumento utilizado para recolección de la información

La forma de contestar este instrumento es seleccionando y marcando con la calificación, la alternativa considerada más adecuada para cada aspecto sensorial evaluado. Para establecer las puntuaciones al analizar la información recolectada es necesario utilizar las siguientes relaciones de equivalencia:

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

Edad: _____
Sexo: _____
Nombre del producto: _____
Codigo de pastelero: _____

Frente a usted se encuentran 10 muestras que deben valorar de acuerdo a su agrado. A continuación se presenta una escala de calificación del 1 al 5 de las cuales usted debe la calificación a los aspectos evaluados, correspondientes a cada una de las muestras que aparecen codificadas.

ASPECTO	CALIFICACION
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta, ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

ASPECTO	CALIFICACION
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta, ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO EN POLVO	MUESTRAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Olor										
Apariencia visual										
Solubilidad										

ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO PREPARADO	MUESTRAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Apariencia visual										
Olor										
Sabor										
Sensación bucal										

Comentarios: _____

(Gracias por su colaboración!)

Figura 2.4: Relación de equivalencias utilizadas en el instrumento de recolección de datos.

Etapas 2: Elección del panel evaluador.

Para la realización de esta etapa de la fase experimental se seleccionaron 10 personas consumidoras de suplementos alimenticios que actualmente están en el mercado salvadoreño, el

análisis sensorial se llevó a cabo dentro de la Universidad de El Salvador, una vez seleccionado el panel evaluador, fueron instruidos sobre el objetivo de la investigación, el desarrollo de la prueba y del correcto llenado del cuestionario.

Etapa 3: Realización de las pruebas

Las pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad de El Salvador, cada espacio se encontraba dividido simulando un cubículo, en cada uno se encontraba: el cuestionario para cada uno de los 10 panelistas, las muestras un vaso con agua para limpiar el paladar luego de cada prueba, siguiendo protocolos establecidos para la realización de análisis sensorial de alimentos (Anexo D). Es de destacar que cada catador y cada muestra fueron identificados con códigos. Los códigos para los panelistas fueron P1 a P10. Mientras que a las muestras se le asignaron códigos de M1 a M10 para cada uno de los dos diseños recordando que son dos sabores evaluados y que por cada sabor existen 10 formulaciones de las cuales se determinó y eligió la de mejor aceptación.

Paso 4: Acondicionamiento para el análisis de datos

Los datos para cada muestra fueron acondicionados en formatos como el que se presenta a continuación:

Muestra	Característica Sensorial	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Puntaje promedio por característica
Mx	SUPLEMENTO EN POLVO											
	Apariencia visual											
	Olor											
	Solubilidad											
	SUPLEMENTO PREPARADO											
	Apariencia visual											
	Olor											
	Sabor											
	Sensación bucal											
Puntaje promedio por panelista												

Figura 2.5: Formato utilizado para acondicionar los datos de cada muestra.

Con el instructivo de la figura 2.5 se evalúan las características sensoriales para las 10 formulaciones de cada sabor del suplemento. En primer lugar, se valora el suplemento en polvo, debido a que así será comercializado el producto y posteriormente se evalúan las características del suplemento alimenticio reconstituido en agua para poder determinar si al consumidor le agradara su sabor, olor, apariencia y la sensación bucal.

2.4. Análisis estadístico de los atributos sensoriales de las diferentes combinaciones de ingredientes

Los análisis estadísticos de los resultados presentados, tienen como objetivo establecer la significancia del efecto de la composición de los diferentes ingredientes sobre la calidad sensorial del producto, así como también el de identificar las formulaciones con mayor aceptabilidad sensorial y determinar la mayor aceptación del suplemento alimenticio sabor banano o tutti-frutti.

De esta forma se determinará la formulación y el sabor más aceptado por el panel sensorial. Cabe destacar que el análisis estadístico se realizó inicialmente para determinar la calidad del suplemento en polvo y posteriormente se procedió a analizar los datos del suplemento preparado por el panelista, listo para consumir.

La Tabla 2.8 presenta los valores del diseño de experimento para el suplemento sabor banano y los valores de los diferentes atributos sensoriales evaluados al suplemento en polvo.

El análisis se realizó de esta forma debido a que el suplemento alimenticio será distribuido en polvo, por tanto, es importante para el estudio, conocer las características de aceptación del producto en polvo para poder determinar si el consumidor estará satisfecho, no solo con el beneficio nutricional del producto, sino también con la calidad sensorial del mismo.

2.4.1. Análisis estadístico para el suplemento alimenticio en polvo sabor banano.

Tabla 2.8

Composición de ingredientes del diseño para el suplemento sabor banano y los valores de los atributos sensoriales evaluados al suplemento en polvo.

Formulación	Composición de ingredientes del diseño				Evaluación de las características sensoriales			
	Agente de carga	Endulzante	Teberinto	Saborizante	Apariencia	Olor	Solubilidad	Calidad general
1	0,54	0,2333	0,1266	0,1	4	3,4	3,4	3,6
2	0,54	0,2333	0,0999	0,1267	3,5	3,4	3	3,3
3	0,54	0,2266	0,1333	0,1	3,5	3,6	3,5	3,5
4	0,54	0,19	0,1333	0,1366	3,7	3,7	3,1	3,5
5	0,5333	0,2333	0,1333	0,1	3,4	3,4	3,1	3,3
6	0,4834	0,2333	0,1333	0,1499	3,7	3,7	3,2	3,5
7	0,54	0,2101	0,0999	0,1499	3,7	3,8	3,2	3,6
8	0,54	0,19	0,12	0,1499	3,4	3,5	3,2	3,4
9	0,5168	0,2333	0,0999	0,1499	3,3	3,5	3,3	3,4
10	0,5267	0,19	0,1333	0,1499	3,6	3,7	3,3	3,5

a) **Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad Sensorial General” del suplemento en polvo sabor banano**

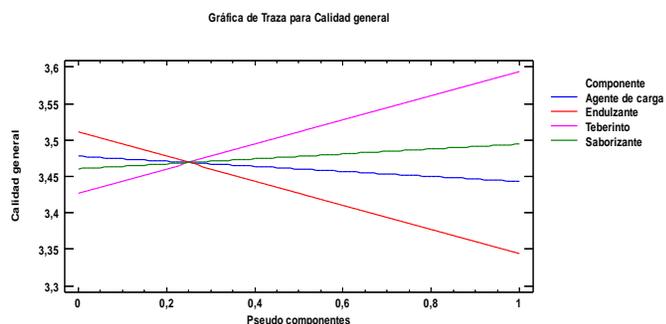
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.6, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la calidad general del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando el Teberinto aumenta, el poder endulzante disminuye. De igual forma se aprecia con el saborizante, este aumenta a medida disminuye el agente de carga junto al endulzante, aunque es mucho menor su variación.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la calidad sensorial general, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

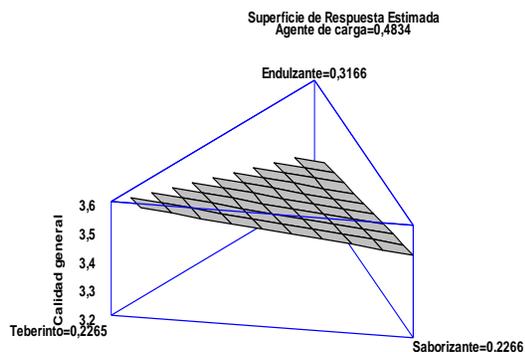
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica “Calidad Sensorial General” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 7,07% de la variabilidad observada en la “Calidad Sensorial General”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1269.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado, que el componente con mayor efecto es el Teberinto, ya que cuando este se modifica, se logran los mayores cambios en la calidad sensorial general para el suplemento en polvo sabor banano, en segundo lugar se ubica el endulzante y con menor efecto el saborizante y el agente de carga. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el Teberinto y el endulzante presentan mayor efecto, aunque claramente contrario entre ellos.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad Sensorial General” del suplemento en polvo sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	119,716	1	119,716		
Lineal	0,00735042	3	0,00245014	0,15	0,9246
Error	0,0966496	6	0,0161083		
Total	119,82	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,126918	7,07	0,00

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Calidad sensorial general} = 3,44302 * \text{Agente de carga} + 3,34399 * \text{Endulzante} + 3,59476 * \text{Teberinto} + 3,49453 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.6: Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” del suplemento en polvo sabor banano.

b) Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento en polvo sabor banano

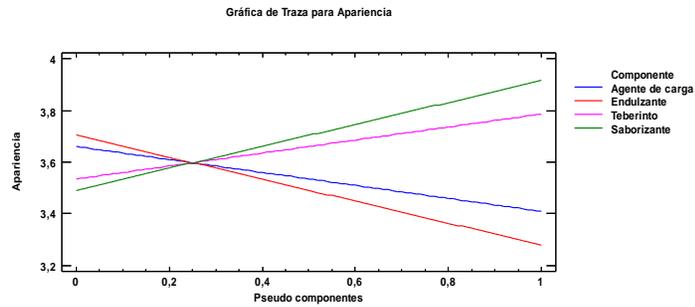
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.7, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la apariencia visual en polvo se va modificando, se observa que cuando el saborizante y el Teberinto aumentan el endulzante y el agente de carga disminuyen.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la apariencia, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

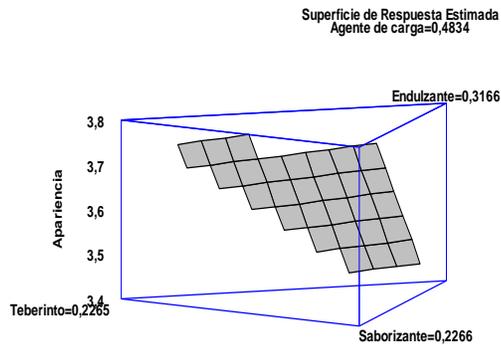
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “Apariencia” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio del coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 45.93 % de la variabilidad observada en la “Apariencia”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1345.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado, que el componente con mayor efecto es el saborizante, seguido del Teberinto, ya que cuando estos se modifican se logran los mayores cambios en la apariencia visual para el suplemento en polvo sabor banano. En segundo lugar, se ubica el endulzante y el agente de carga. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el saborizante y el endulzante presentan mayor efecto, aunque claramente contrario entre ellos.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento en polvo sabor banano



<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Media	127,449	1	127,449		
Lineal	0,0923252	3	0,0307751	1,70	0,2656
Error	0,108675	6	0,0181125		
Total	127,65	10			



<i>Modelo</i>	<i>ES</i>	<i>R-Cuadrada</i>	<i>R-Cuadrada Ajd.</i>
Lineal	0,134583	45,93	18,90

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Apariencia} = 3,40902 * \text{Agente de carga} + 3,27801 * \text{Endulzante} + 3,78701 * \text{Teberinto} + 3,91663 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.7: Análisis estadístico para la característica “Apariencia” del suplemento en polvo sabor banano.

c) Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Olor” del suplemento en polvo sabor banano

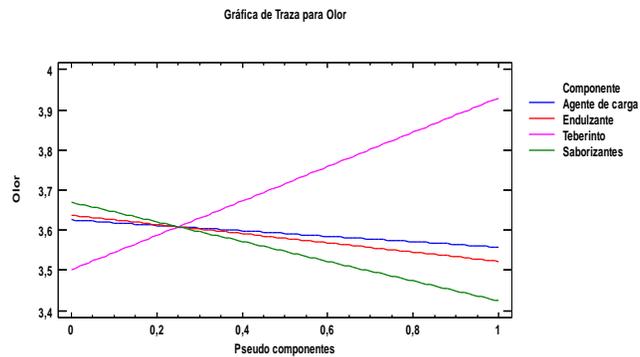
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.8, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que el olor del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando el Teberinto aumenta, el endulzante, el agente de carga y el saborizante disminuyen.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho del olor el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica del “Olor” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio del coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 8,15 % de la variabilidad observada en el “Olor”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,2399.

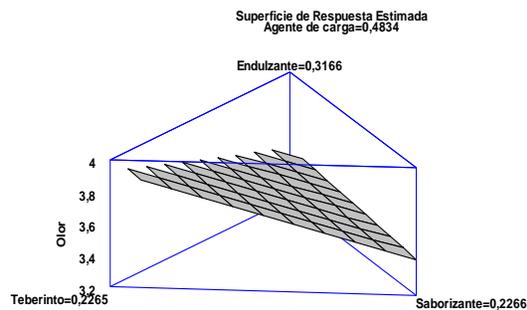
Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el Teberinto, ya que cuando este se modifica, se logran los mayores cambios positivos en la aceptación de olor para el suplemento en polvo sabor banano. En segundo lugar, se ubica el saborizante y con menos efecto el agente de carga y el endulzante. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el Teberinto presenta el mayor efecto y contrario a los demás componentes presentes en la mezcla

Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Olor” del suplemento en polvo sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	128,164	1	128,164		
Lineal	0,0306357	3	0,0102119	0,18	0,9079
Error	0,345364	6	0,0575607		
Total	128,54	10			

Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,239918	8,15	0,00



Ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Olor} = 3,55777 * \text{Agente de carga} + 3,52244 * \text{Endulzante} + 3,93007 * \text{Teberinto} + 3,42413 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.8: Análisis estadístico para la característica de “Olor” del suplemento en polvo sabor banano.

d) Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Solubilidad” del suplemento en polvo sabor banano.

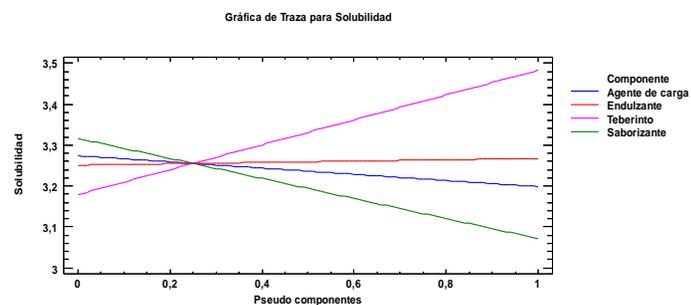
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.9, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la solubilidad del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando el Teberinto aumenta, el saborizante disminuye, el agente de carga tiene poco efecto y aún menos el endulzante.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la solubilidad, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica “Solubilidad” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 11,23 % de la variabilidad observada en la “Solubilidad”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1724%.

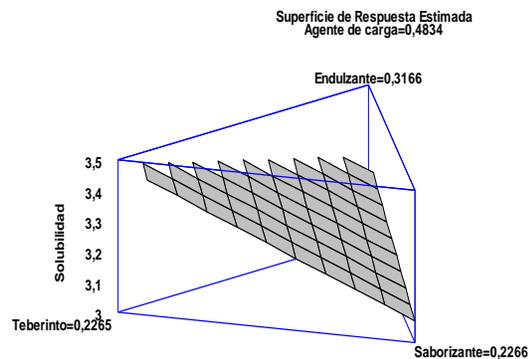
Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado, que el componente con mayor efecto es el Teberinto, ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la solubilidad del suplemento en polvo sabor banano, en segundo lugar, se ubica el saborizante y con menos efecto el agente de carga y el endulzante. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el Teberinto presenta el mayor efecto y contrario al saborizante y al agente de carga, por su parte el endulzante tiene muy poco efecto.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Solubilidad” del suplemento en polvo sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	104,329	1	104,329		
Lineal	0,0225819	3	0,0075273	0,25	0,8566
Error	0,178418	6	0,0297364		
Total	104,53	10			

Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,172442	11,23	0,00



Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Solubilidad} = 3,19825 * \text{Agente de carga} + 3,26746 * \text{Endulzante} + 3,48354 * \text{Teberinto} + 3,07131 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.9: Análisis estadístico para la característica “Solubilidad” del suplemento en polvo sabor banano.

2.4.2. Análisis estadístico para el suplemento alimenticio líquido sabor banano.

Tabla 2.9

Características del suplemento sabor banano líquido.

Formulación	Composición de ingredientes del diseño.				Evaluación de las características sensoriales				
	Agente de carga	Endulzante	Teberinto	Saborizante	Apariencia	Olor	Sabor	Sensación bucal	Calidad sensorial general
1	0,54	0,2333	0,1266	0,1	2,4	2,9	3,4	3,1	3
2	0,54	0,2333	0,09999	0,12661	2,3	2,8	3,1	3,1	2,8
3	0,54	0,2266	0,1333	0,1	2,4	2,9	3,2	3	2,9
4	0,54	0,19	0,1333	0,1366	2,4	2,9	3,3	3	2,9
5	0,5333	0,2333	0,1333	0,1	2,1	3,1	2,7	2,8	2,7
6	0,4834	0,2333	0,1333	0,1499	2,7	3,7	3,9	3,5	3,5
7	0,54	0,21001	0,09999	0,1499	2,5	3,1	3,7	3,4	3,2
8	0,54	0,19	0,12	0,1499	2,2	3,2	3,2	3,3	3
9	0,51671	0,2333	0,09999	0,1499	2,1	3	3,3	3,3	2,9
10	0,5267	0,19	0,1333	0,1499	2,2	3,1	3	2,9	2,8

a) **Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad sensorial general” del suplemento líquido sabor banano**

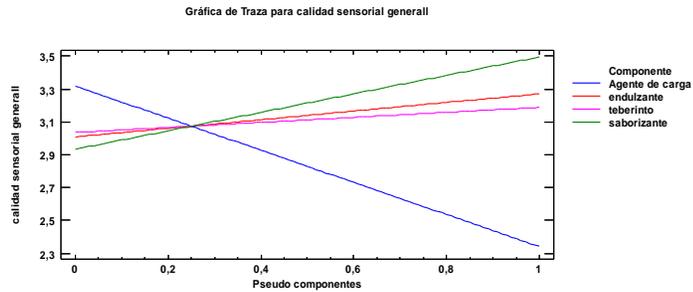
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.10, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la calidad sensorial general del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el saborizante aumenta, el agente de carga disminuye, la dulzura y el Teberinto tienen menor efecto comparado a los dos componentes antes descritos.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la calidad sensorial general, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

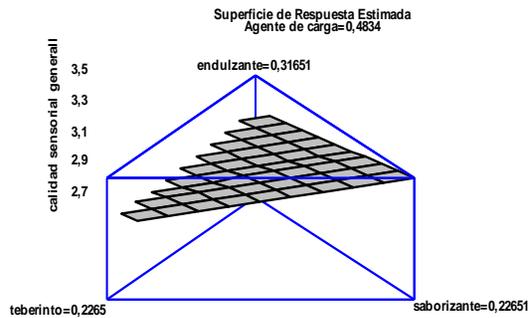
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica “Calidad Sensorial General” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 44,74 % de la variabilidad observada en la “Calidad Sensorial General”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,2104%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado, que el componente con mayor efecto es el saborizante, ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la calidad general del suplemento líquido sabor banano, en segundo lugar se ubica el agente de carga, aunque con efecto contrario y con menos efecto el Teberinto y el endulzante. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el saborizante presenta el mayor efecto de los componentes presentes en la mezcla.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad sensorial general” del suplemento líquido sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	88,209	1	88,209		
Lineal	0,215204	3	0,0717346	1,62	0,2813
Error	0,265796	6	0,0442994		
Total	88,69	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,210474	44,74	17,11

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Calidad sensorial general} = 2,34024 * \text{Agente de carga} + 3,27129 * \text{endulzante} + 3,18895 * \text{teberinto} + 3,4963 * \text{saborizante}$$

Figura 2.10: Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” del suplemento sabor banano líquido.

b) Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento líquido sabor banano

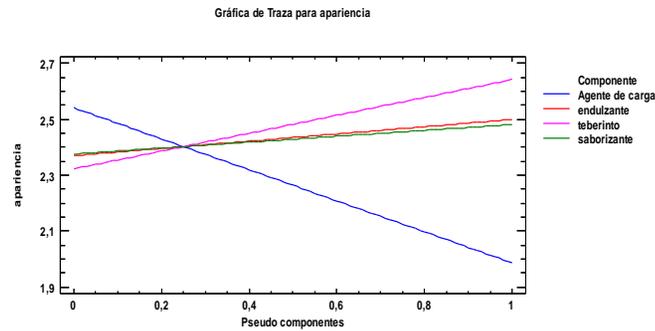
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.11, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la Apariencia del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el Teberinto aumenta, el agente de carga disminuye, y se visualiza que el saborizante y el endulzante tienen un efecto bastante parecidos entre ellos.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la apariencia visual, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

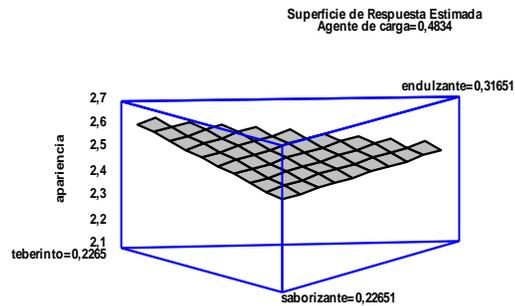
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica “Apariencia” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 16.88 % de la variabilidad observada en la “Apariencia”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,2108%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el Teberinto, ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la apariencia visual, sabor y olor del suplemento líquido sabor banano, en segundo lugar, se ubica el agente de carga, pero con efecto contrario. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el Teberinto presenta el mayor efecto.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento líquido sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	54,289	1	54,289		
Lineal	0,0541914	3	0,0180638	0,41	0,7543
Error	0,266809	6	0,0444681		
Total	54,61	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,210875	16,88	0,00

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Apariencia} = 1,98606 * \text{Agente de carga} + 2,49954 * \text{endulzante} + 2,64241 * \text{teberinto} + 2,48164 * \text{saborizante}$$

Figura 2.11: Análisis estadístico para la característica “Apariencia” del suplemento sabor banano líquido.

c) Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Olor” del suplemento líquido sabor banano

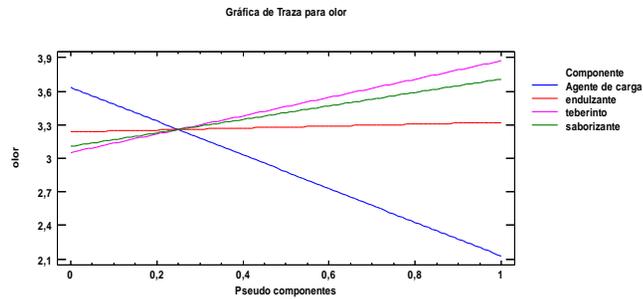
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.12, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que el olor del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el Teberinto y el saborizante aumentan, el agente de carga disminuye, y el endulzante tiene poco efecto.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho del olor, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

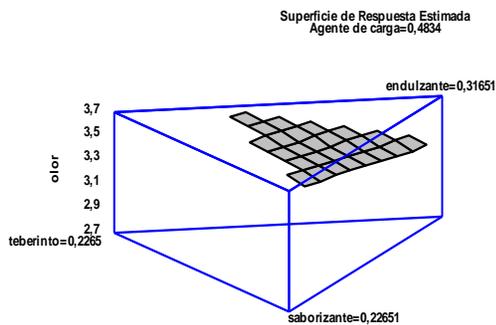
Dado que el valor-p para el modelo lineal es menor que 0.05 existe una relación estadística significativa entre la característica de “olor” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. R^2 indica que el modelo lineal explica el 76,37 % de la variabilidad observada en “el olor”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1512%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el Teberinto, ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en el olor del suplemento líquido sabor banano, en segundo lugar, se ubica el saborizante y con menos efecto el endulzante. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el Teberinto presenta el mayor efecto y con efecto contrario al agente de carga.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Olor” del suplemento líquido sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	94,249	1	94,249		
Lineal	0,443712	3	0,147904	6,46	0,0262
Error	0,137288	6	0,0228814		
Total	94,83	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,151266	76,37	64,56

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Olor} = 2,12514 * \text{Agente de carga} + 3,32282 * \text{endulzante} + 3,87279 * \text{teberinto} + 3,7103 * \text{saborizante}$$

Figura 2.12: Análisis estadístico para la característica “Olor” del suplemento sabor banano líquido.

d) Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Sabor” del suplemento líquido sabor banano

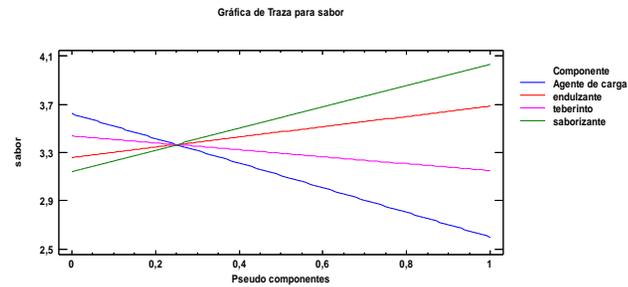
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.13, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que el sabor del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el saborizante y el endulzante aumentan, el agente de carga y el Teberinto disminuyen.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho del sabor, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

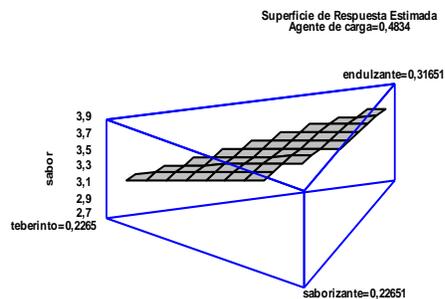
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “sabor” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 34.83 % de la variabilidad observada en “el sabor”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,33%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el saborizante, ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en el sabor del suplemento líquido sabor banano, en segundo lugar, se ubica el endulzante y con menos efecto el Teberinto. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el saborizante presenta el mayor efecto y al agente de carga, aunque con efecto contrario.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Sabor” del suplemento líquido sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	107,584	1	107,584		
Lineal	0,360792	3	0,120264	1,07	0,4299
Error	0,675208	6	0,112535		
Total	108,62	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,335462	34,83	2,24

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Sabor} = 2,59724 * \text{Agente de carga} + 3,68472 * \text{endulzante} + 3,14959 * \text{teberinto} + 4,03312 * \text{saborizante}$$

Figura 2.13: Análisis estadístico para la característica “Sabor” del suplemento sabor banano líquido.

e) **Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Sensación bucal” del suplemento líquido sabor banano**

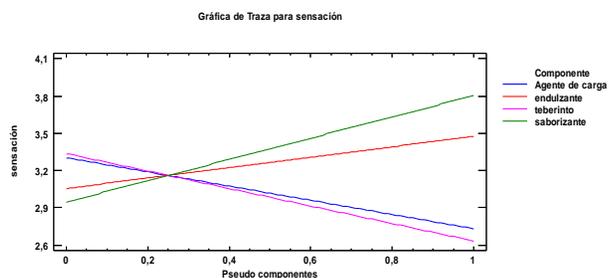
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.14, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la sensación bucal del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el saborizante y el endulzante aumentan, el agente de carga y el Teberinto disminuyen.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la sensación bucal el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

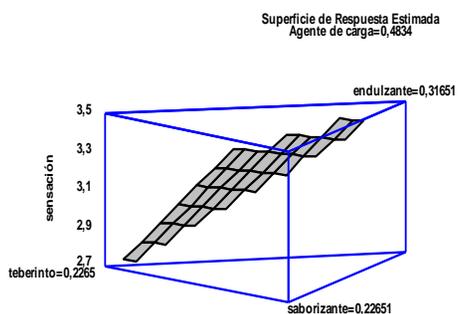
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “sensación bucal” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 60,59 % de la variabilidad observada en “la sensación bucal”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1745%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el saborizante ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la sensación bucal del suplemento líquido sabor banano, en segundo lugar, se ubica el endulzante. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el saborizante presenta el mayor efecto y el Teberinto, aunque con efecto contrario.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Sensación bucal” del suplemento líquido sabor banano



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	98,596	1	98,596		
Lineal	0,281145	3	0,0937149	3,08	0,1122
Error	0,182855	6	0,0304759		
Total	99,06	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,174574	60,59	40,89

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Sensación bucal} = 2,7306 * \text{Agente de carga} + 3,4752 * \text{endulzante} + 2,63175 * \text{teberinto} + 3,80395 * \text{saborizante}$$

Figura 2.14: Análisis estadístico para la característica “Sensación bucal” suplemento sabor banano líquido.

2.4.3. Análisis estadístico para el suplemento alimenticio en polvo sabor tutti-frutti.

Tabla 2.10

Composición de ingredientes del diseño para el suplemento sabor tutti-frutti y los valores de los atributos sensoriales evaluados al suplemento en polvo.

Formulación	Composición de ingredientes del diseño.				Evaluación de las características sensoriales			
	Agente de carga	Endulzante	Teberinto	Saborizante	Apariencia	Olor	Solubilidad	Calidad general
1	0,56	0,2333	0,1233	0,0833	3,4	3,4	2,5	3,1
2	0,56	0,2333	0,0999	0,1067	3,5	3,5	2,9	3,3
3	0,56	0,2233	0,1333	0,0833	3,8	3,6	3	3,5
4	0,56	0,1967	0,1333	0,1099	3,5	3,4	2,8	3,2
5	0,55	0,2333	0,1333	0,0833	3,4	3,6	2,8	3,3
6	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	3,6	3,7	3,4	3,6
7	0,56	0,2201	0,0999	0,1199	3,3	3,6	3,3	3,4
8	0,56	0,1967	0,1233	0,1199	3,3	3,6	3	3,3
9	0,5468	0,2333	0,0999	0,1199	3,6	3,7	3,1	3,5
10	0,55	0,1967	0,1333	0,1199	3,4	3,7	3	3,4

a) **Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad sensorial general” del suplemento en polvo sabor tutti- frutti**

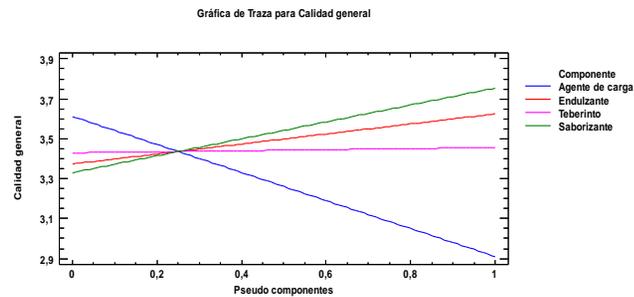
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.15, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la calidad sensorial general del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando el saborizante y el endulzante aumentan, el agente de carga disminuye, por su parte el Teberinto no tiene mayor efecto.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la calidad sensorial general el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

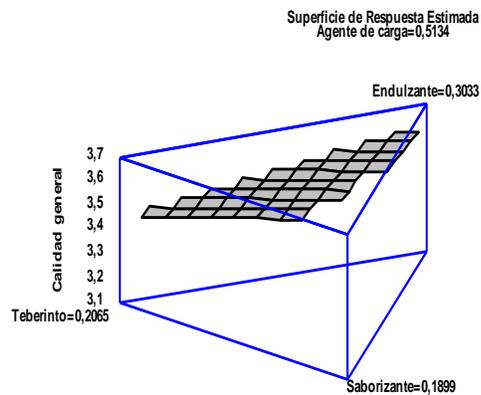
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “calidad sensorial general” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 48.17 % de la variabilidad observada en “la calidad sensorial general”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1327%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el saborizante ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la calidad sensorial general del suplemento en polvo sabor tutti-frutti, en segundo lugar, se ubica el endulzante. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el saborizante presenta el mayor efecto y el agente de carga, aunque con efecto contrario.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad sensorial general” del suplemento en polvo sabor tutti-frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	112,896	1	112,896		
Lineal	0,0982686	3	0,0327562	1,86	0,2374
Error	0,105731	6	0,0176219		
Total	113,1	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,132747	48,17	22,26

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Calidad sensorial general} = 2,90944 * \text{Agente de carga} + 3,62468 * \text{Endulzante} + 3,45604 * \text{Teberinto} + 3,754 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.15: Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” suplemento en polvo tutti-frutti.

b) Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento en polvo sabor tutti- frutti

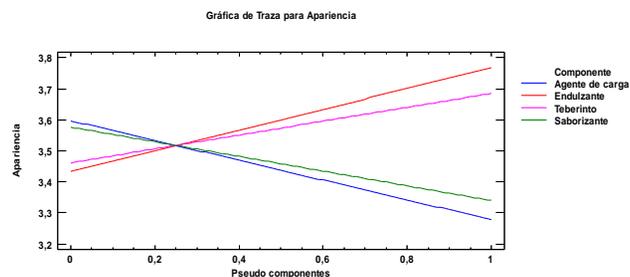
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.16, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la apariencia del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando el Teberinto y el endulzante aumentan, el agente de carga y el saborizante disminuyen.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la apariencia el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

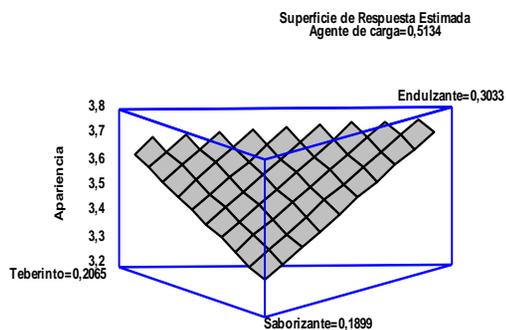
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “apariencia” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 22,18 % de la variabilidad observada en “la apariencia”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1673%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el endulzante ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la apariencia del suplemento en polvo sabor tutti-frutti, en segundo lugar, se ubica el Teberinto. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el endulzante presenta el mayor efecto seguido del Teberinto.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento en polvo sabor tutti- frutti



<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Media	121,104	1	121,104		
Lineal	0,0479111	3	0,0159704	0,57	0,6550
Error	0,168089	6	0,0280148		
Total	121,32	10			



<i>Modelo</i>	<i>ES</i>	<i>R-Cuadrada</i>	<i>R-Cuadrada Ajd.</i>
Lineal	0,167376	22,18	0,00

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Apariencia} = 3,27783 * \text{Agente de carga} + 3,76719 * \text{Endulzante} + 3,6851 * \text{Teberinto} + 3,33971 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.16: Análisis estadístico para la característica “Apariencia” suplemento en polvo tutti-frutti.

c) **Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Olor” del suplemento en polvo sabor tutti- frutti**

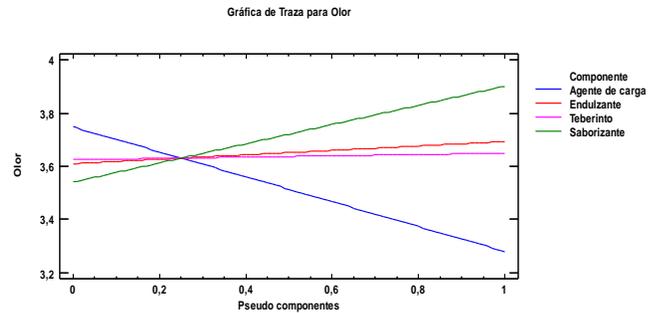
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.17, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que el olor del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando el saborizante aumenta, el agente de carga disminuye y los demás componentes presentes en la mezcla presentan poco efecto.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho del olor, el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

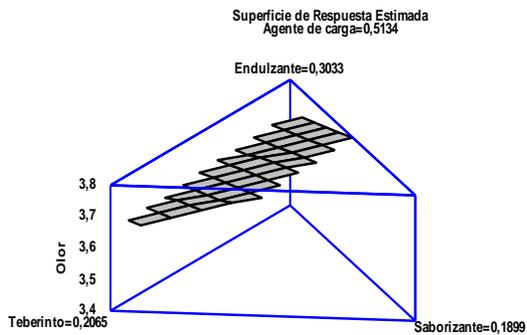
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “olor” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 42,39 % de la variabilidad observada en “el olor”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1055%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el saborizante ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en el olor del suplemento en polvo sabor tutti-frutti. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el saborizante y el agente de carga presentan el mayor efecto, aunque contrario entre ellos.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Olor” del suplemento en polvo sabor tutti- frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	128,164	1	128,164		
Lineal	0,0491751	3	0,0163917	1,47	0,3137
Error	0,0668249	6	0,0111375		
Total	128,28	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,105534	42,39	13,59

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Olor} = 3,27868 * \text{Agente de carga} + 3,69342 * \text{Endulzante} + 3,64937 * \text{Teberinto} + 3,90237 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.17: Análisis estadístico para la característica “Olor” suplemento en polvo tutti-frutti.

d) Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Solubilidad” del suplemento en polvo sabor tutti-frutti

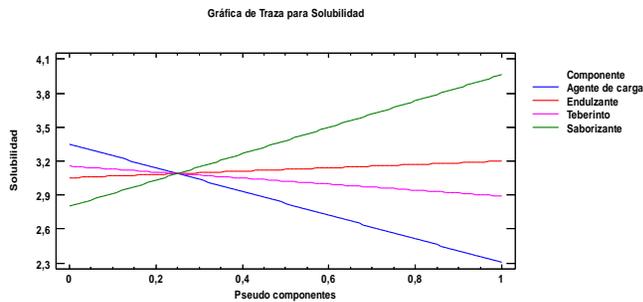
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.18, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la solubilidad del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando saborizante aumenta significativamente, el agente de carga disminuye, los otros dos componentes presentes en la mezcla no muestran mayor efecto.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la solubilidad el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

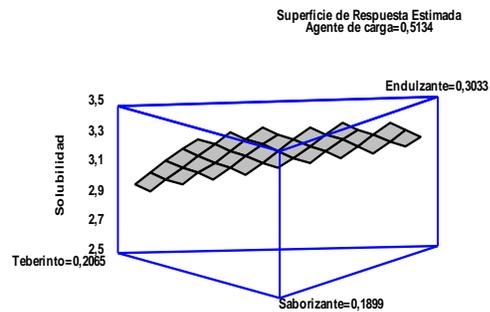
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 existe una relación estadística significativa entre la característica de “solubilidad” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 62,90 % de la variabilidad observada en “la solubilidad”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1919%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el saborizante ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la solubilidad del suplemento en polvo sabor tutti-frutti, en segundo lugar, se ubica el agente de carga. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el saborizante presenta el mayor efecto junto al agente de carga, aunque con un efecto contrario entre ellos.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Solubilidad” del suplemento en polvo sabor tutti-frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	88,804	1	88,804		
Lineal	0,374891	3	0,124964	3,39	0,0948
Error	0,221109	6	0,0368515		
Total	89,4	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,191967	62,90	44,35

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Solubilidad} = 2,30258 * \text{Agente de carga} + 3,19965 * \text{Endulzante} + 2,89038 * \text{Teberinto} + 3,96541 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.18: Análisis estadístico para la característica “Solubilidad” suplemento en polvo tutti-frutti.

2.4.4. Análisis estadístico para el suplemento alimenticio líquido sabor tutti-frutti

Tabla 2.11

Características del suplemento sabor tutti-frutti líquido.

Formulación	Datos obtenidos del diseño				Datos obtenidos del análisis sensorial				
	Agente de carga	Endulzante	Teberinto	Saborizante	apariencia	Olor	Sabor	Sensación bucal	Calidad general
1	0,56	0,2333	0,1233	0,0833	2,3	3,2	3	3	2,9
2	0,56	0,2333	0,0999	0,1067	2,6	3,2	3,1	3	3,0
3	0,56	0,2233	0,1333	0,0833	2,7	2,9	3,1	3,2	3,0
4	0,56	0,1967	0,1333	0,1099	2,5	2,8	3	3	2,8
5	0,55	0,2333	0,1333	0,0833	2,4	2,7	3,2	3,1	2,9
6	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	2,6	3	3,6	3	3,1
7	0,56	0,2201	0,0999	0,1199	2,3	3	3,4	3,1	3,0
8	0,56	0,1967	0,1233	0,1199	2,4	2,9	3,2	3	2,9
9	0,5468	0,2333	0,0999	0,1199	2,3	2,9	3,2	3,1	2,9
10	0,55	0,1967	0,1333	0,1199	2,4	3	2,8	3,2	2,9

a) **Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad sensorial general” del suplemento líquido sabor tutti- frutti**

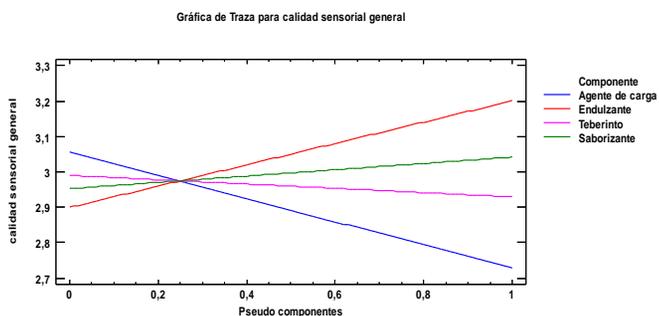
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.19, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la calidad sensorial general del suplemento en polvo se va modificando, se observa que cuando el endulzante aumenta significativamente, el agente de carga disminuye, los otros dos componentes presentes en la mezcla muestran un efecto similar, pero con menor efecto.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la calidad sensorial general el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

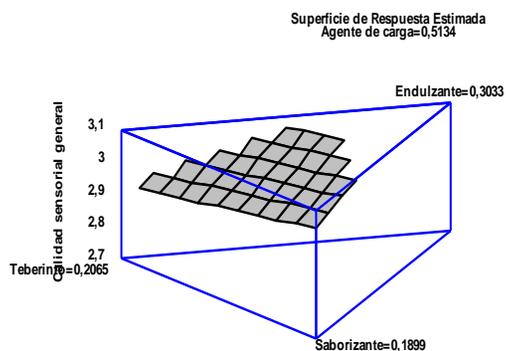
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “calidad sensorial general” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 46,91 % de la variabilidad observada en “la calidad sensorial general”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,075%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el endulzante ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la calidad general del suplemento líquido sabor tutti-frutti, en segundo lugar, se ubica el agente de carga. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el endulzante presenta el mayor efecto junto al agente de carga, aunque con un efecto contrario entre ellos.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Calidad sensorial general” del suplemento líquido sabor tutti-frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	86,436	1	86,436		
Lineal	0,0300202	3	0,0100067	1,77	0,2531
Error	0,0339798	6	0,0056633		
Total	86,5	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,0752549	46,91	20,36

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Calidad sensorial general} = 2,72705 * \text{Agente de carga} + 3,20105 * \text{Endulzante} + 2,92923 * \text{Teberinto} + 3,04179 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.19: Análisis estadístico para la característica “Calidad Sensorial General” suplemento tutti-frutti líquido.

b) Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento líquido sabor tutti- frutti

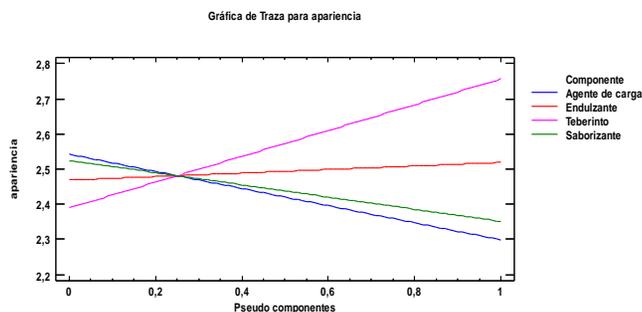
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.20, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la apariencia del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el Teberinto aumenta significativamente, el agente de carga disminuye al igual que el saborizante, el endulzante presenta poco efecto.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la apariencia el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

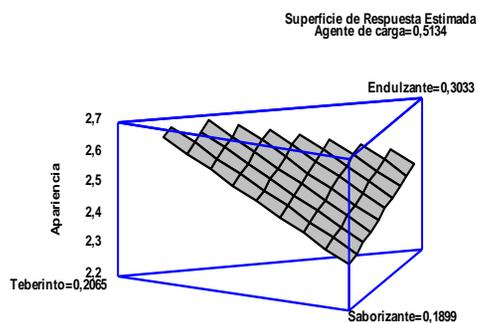
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “apariencia” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 16,61 % de la variabilidad observada en “apariencia”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1603%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el Teberinto ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la apariencia del suplemento líquido sabor tutti-frutti, en segundo lugar, se ubica el agente de carga. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el Teberinto presenta el mayor efecto junto al agente de carga, aunque con un efecto contrario entre ellos.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Apariencia” del suplemento líquido sabor tutti- frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	60,025	1	60,025		
Lineal	0,030736	3	0,0102453	0,40	0,7593
Error	0,154264	6	0,0257107		
Total	60,21	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,160345	16,61	0,00

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Apariencia} = 2,29838 * \text{Agente de carga} + 2,51903 * \text{Endulzante} + 2,75677 * \text{Teberinto} + 2,35079 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.20: Análisis estadístico para la característica “Apariencia” suplemento tutti-frutti líquido.

c) Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Olor” del suplemento líquido sabor tutti- frutti

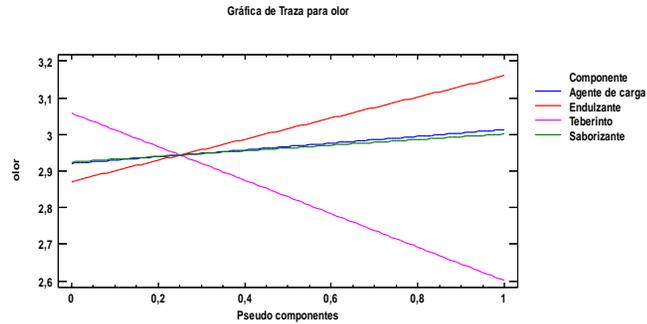
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.21, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que el olor del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el endulzante aumenta, el Teberinto disminuye significativamente, el agente de carga y el saborizante presentan un comportamiento mínimo de aumento.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho del olor el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

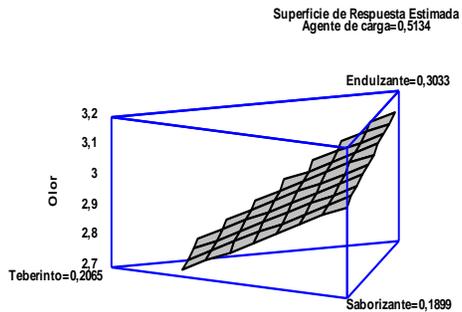
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “olor” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio del coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 19,85 % de la variabilidad observada en “olor”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1729%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el endulzante y el Teberinto ya que cuando estos se modifican se logran los mayores cambios en el olor del suplemento líquido sabor tutti-frutti. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el endulzante presenta el mayor efecto junto al Teberinto, aunque con un efecto contrario entre ellos.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Olor” del suplemento líquido sabor tutti- frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	87,616	1	87,616		
Lineal	0,0444732	3	0,0148244	0,50	0,6986
Error	0,179527	6	0,0299211		
Total	87,84	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,172977	19,85	0,00

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Olor} = 3,01334 \cdot \text{Agente de carga} + 3,16018 \cdot \text{Endulzante} + 2,60024 \cdot \text{Teberinto} + 3,00151 \cdot \text{Saborizante}$$

Figura 2.21: Análisis estadístico para la característica “Olor” suplemento tutti-frutti líquido.

d) Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Sabor” del suplemento líquido sabor tutti-frutti

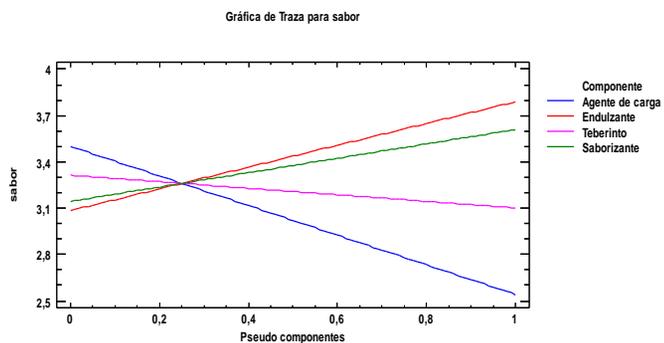
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.22, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que el sabor del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el endulzante y el saborizante aumentan significativamente, el agente de carga disminuye al igual que el Teberinto.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho del sabor el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

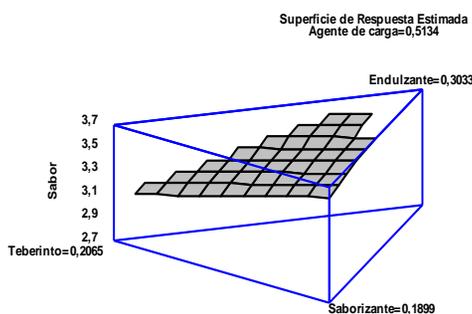
Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “sabor” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio del coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 52,53 % de la variabilidad observada en “el sabor”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,1874%.

Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que los componentes con mayor efecto son: el endulzante y saborizante ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en el sabor del suplemento líquido sabor tutti-frutti. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el endulzante y el saborizante presentan el mayor efecto.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir el “Sabor” del suplemento líquido sabor tutti-frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	99,856	1	99,856		
Lineal	0,23324	3	0,0777467	2,21	0,1873
Error	0,21076	6	0,0351267		
Total	100,3	10			



Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,187421	52,53	28,80

Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Sabor} = 2,54137 * \text{Agente de carga} + 3,78942 * \text{Endulzante} + 3,10197 * \text{Teberinto} + 3,60921 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.22: Análisis estadístico para la característica “Sabor” suplemento tutti-frutti líquido.

e) **Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Sensación bucal” del suplemento líquido sabor tutti-frutti**

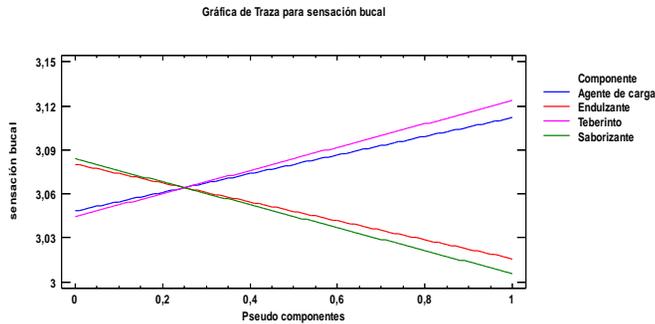
Como puede observarse y deducirse de la Figura 2.23, el gráfico de trazas evalúa la importancia de los distintos componentes de la mezcla, muestra la manera en que la sensación bucal del suplemento líquido se va modificando, se observa que cuando el Teberinto aumenta significativamente junto al agente de carga, el endulzante y el saborizante disminuyen.

En el gráfico de respuesta se muestra la altura de la superficie que representa el valor predicho de la sensación bucal el cual fue graficado sobre el rango de los componentes experimentales.

Dado que el valor-p para el modelo lineal es mayor que 0.05 no existe una relación estadística significativa entre la característica de “sensación bucal” y los ingredientes a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, existe coherencia con el criterio de coeficiente R^2 que indica que el modelo lineal explica el 5,01 % de la variabilidad observada en “la sensación bucal”. El error estándar de la estimación se muestra a través de la desviación estándar de los residuos que es de 0,098%.

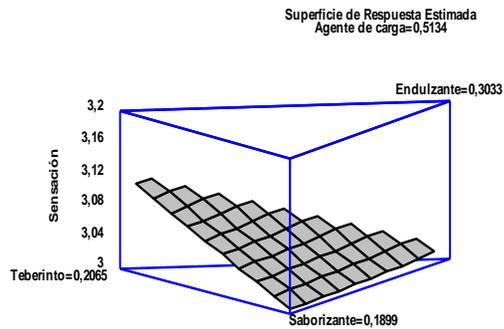
Se puede deducir estadísticamente, a partir del modelo lineal estimado que el componente con mayor efecto es el Teberinto ya que cuando este se modifica se logran los mayores cambios en la sensación bucal del suplemento líquido sabor tutti-frutti, en segundo lugar, se ubica el agente de carga. De la misma forma la ecuación del modelo ajustado demuestra que el Teberinto presenta el mayor efecto junto al agente de carga.

Análisis de relaciones entre los componentes para definir la “Sensación bucal” del suplemento líquido sabor tutti-frutti



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	94,249	1	94,249		
Lineal	0,00305707	3	0,00101902	0,11	0,9538
Error	0,0579429	6	0,00965716		
Total	94,31	10			

Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0,0982708	5,01	0,00



Ecuación del modelo ajustado:

$$\text{Sensación bucal} = 3,11199 * \text{Agente de carga} + 3,01572 * \text{Endulzante} + 3,12357 * \text{Teberinto} + 3,00554 * \text{Saborizante}$$

Figura 2.23: Análisis estadístico para la característica “Sensación bucal” suplemento tutti-frutti líquido.

Tabla 2.12

Resumen de los ingredientes más significativos en cada una de las características evaluadas en el análisis sensorial

Característica	Ingredientes significativos
Sabor banano en polvo	
Calidad sensorial general	Teberinto
Apariencia	Saborizante – Teberinto
Olor	Teberinto
Solubilidad	Teberinto
Sabor banano reconstituido	
Calidad sensorial general	Saborizante- endulzante
Apariencia	Teberinto
Olor	Teberinto – Saborizante
Sabor	Saborizante – Endulzante
Sensación bucal	Saborizante – Endulzante
Sabor tutti-frutti en polvo	
Calidad sensorial general	Saborizante – Endulzante
Apariencia	Teberinto
Olor	Saborizante
Solubilidad	Saborizante
Sabor tutti-frutti reconstituido	
Calidad sensorial general	Endulzante
Apariencia	Teberinto
Olor	Endulzante
Sabor	Endulzante – Saborizante
Sensación bucal	Agente de carga - Teberinto

2.4.5. Identificación de las formulaciones con mayor aceptabilidad sensorial

Para determinar la fórmula mejor evaluada por el panel calificador en el análisis sensorial, se procede a realizar diagramas de barra, que muestran los promedios por característica para cada una de las muestras evaluadas en el análisis sensorial para el suplemento alimenticio.

En la Figura 2.24 se muestran las características sensoriales evaluadas al suplemento alimenticio en polvo sabor a banano y en la Figura 2.25, la calidad general por muestra.

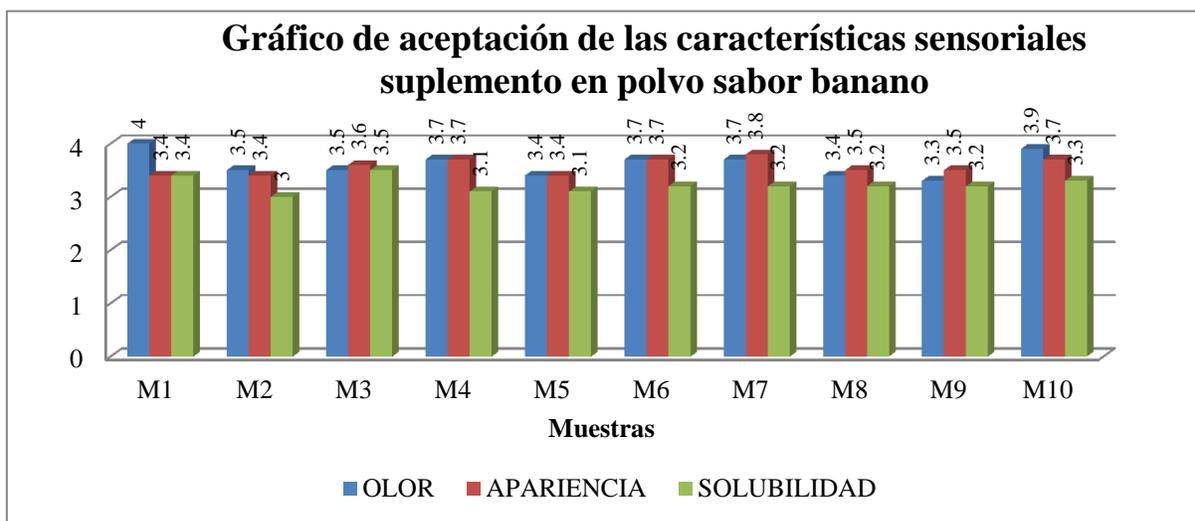


Figura 2.24: Aceptación de características sensoriales evaluadas al suplemento en polvo sabor banano

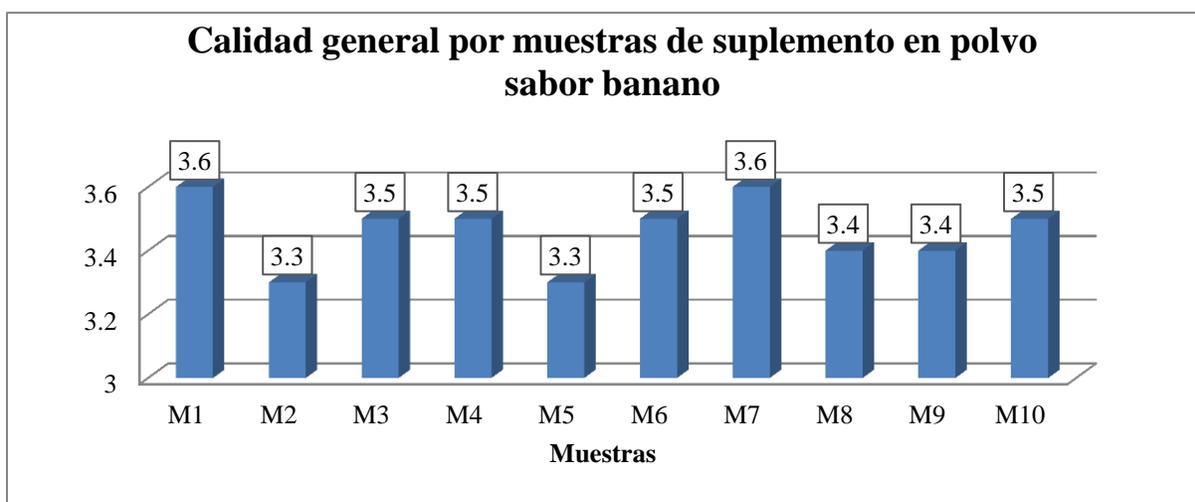


Figura 2.25: Calidad general por muestras de suplemento en polvo sabor banano.

En la Figura 2.26 se presenta la evaluación estadística de características sensoriales evaluadas al suplemento alimenticio líquido sabor banano para cada una de las 10 muestras y en la Figura 2.27, la calidad general por muestra.

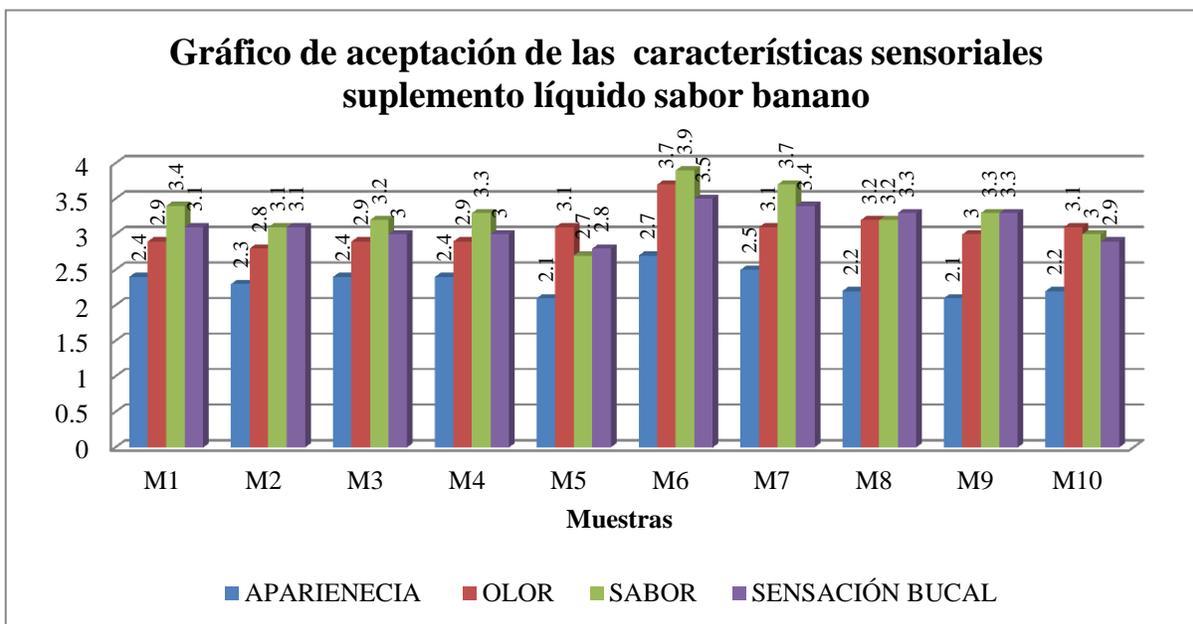


Figura 2.26: Aceptación de características sensoriales evaluadas al suplemento sabor banano líquido.

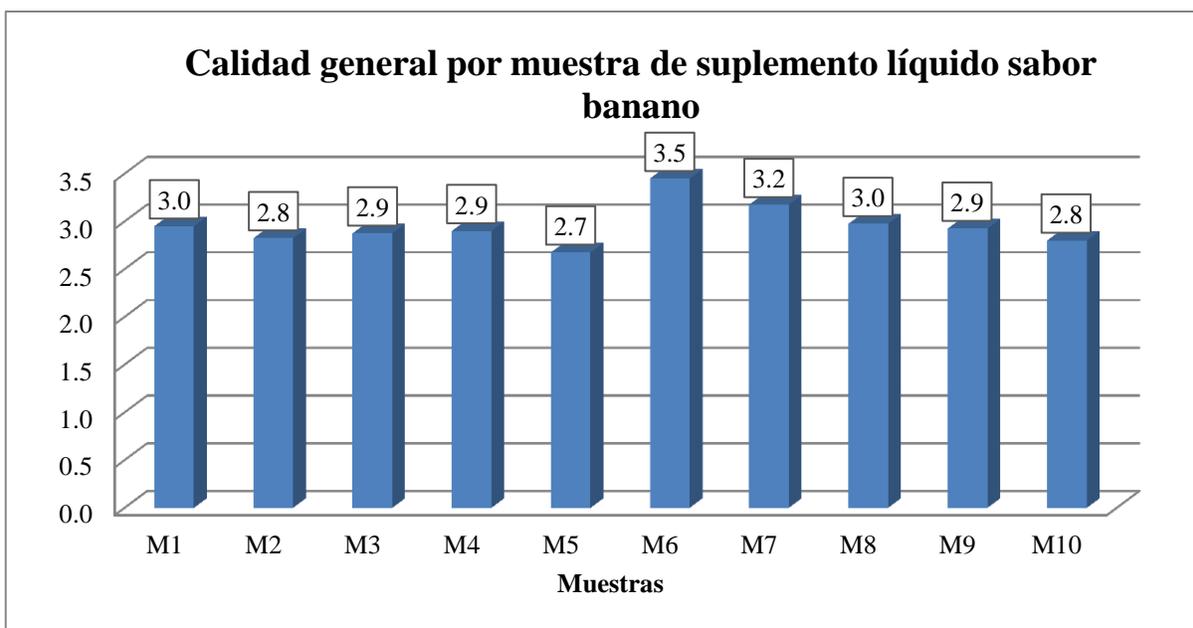


Figura 2.27: Calidad general por muestra de suplemento sabor banano líquido.

Evaluación estadística de aceptación de los atributos sensoriales evaluados al suplemento alimenticio en polvo sabor tutti-frutti.

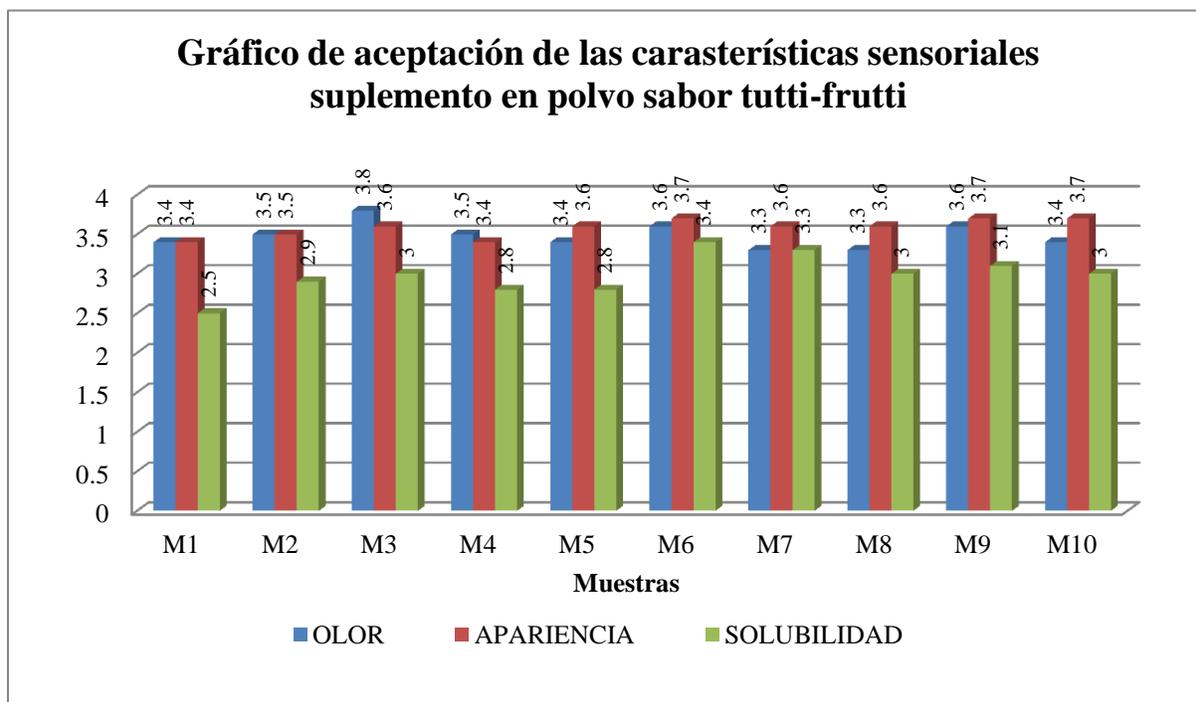


Figura 2.28: Aceptación de características sensoriales evaluados al suplemento sabor tutti-frutti en polvo.

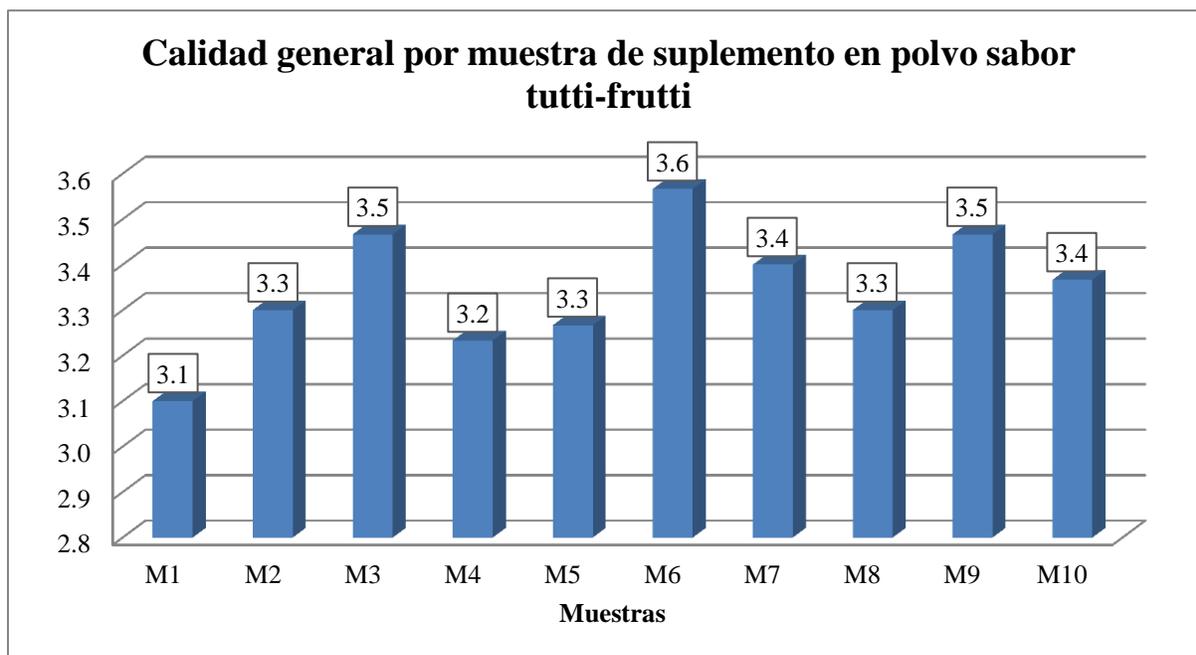


Figura 2.29: Calidad general por muestra de suplemento en polvo sabor tutti-frutti.

Evaluación estadística de los atributos sensoriales evaluados al suplemento líquido sabor tutti-frutti.

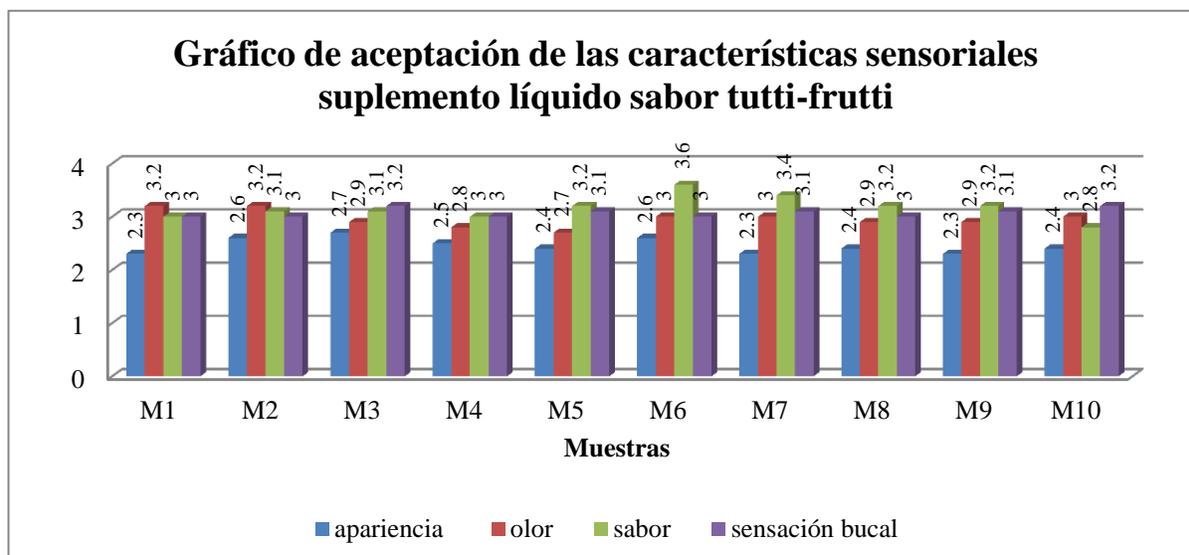


Figura 2.30: Aceptación de características sensoriales evaluados al suplemento sabor tutti-frutti líquido.

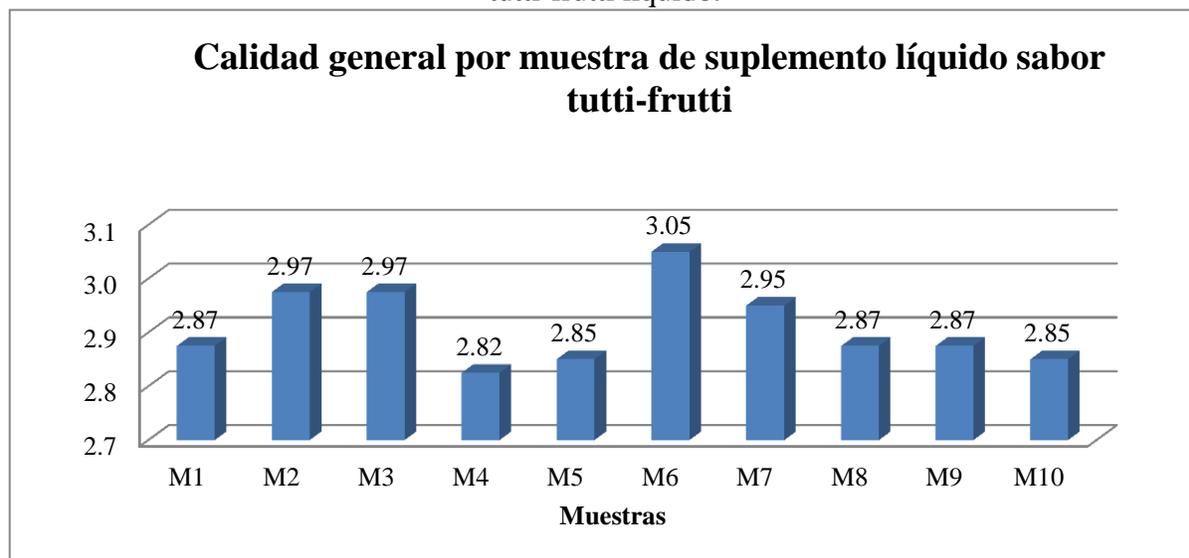


Figura 2.31: Calidad general por muestra de suplemento sabor tutti-frutti líquido.

Para determinar la muestra con mejor aceptación mediante el análisis de atributos sensoriales, se realizó una comparación entre la calidad general de los datos estadísticos de los dos sabores de suplemento alimenticio evaluado.

En la Figura 2.32 se presenta la comparación del suplemento en polvo entre los dos sabores.

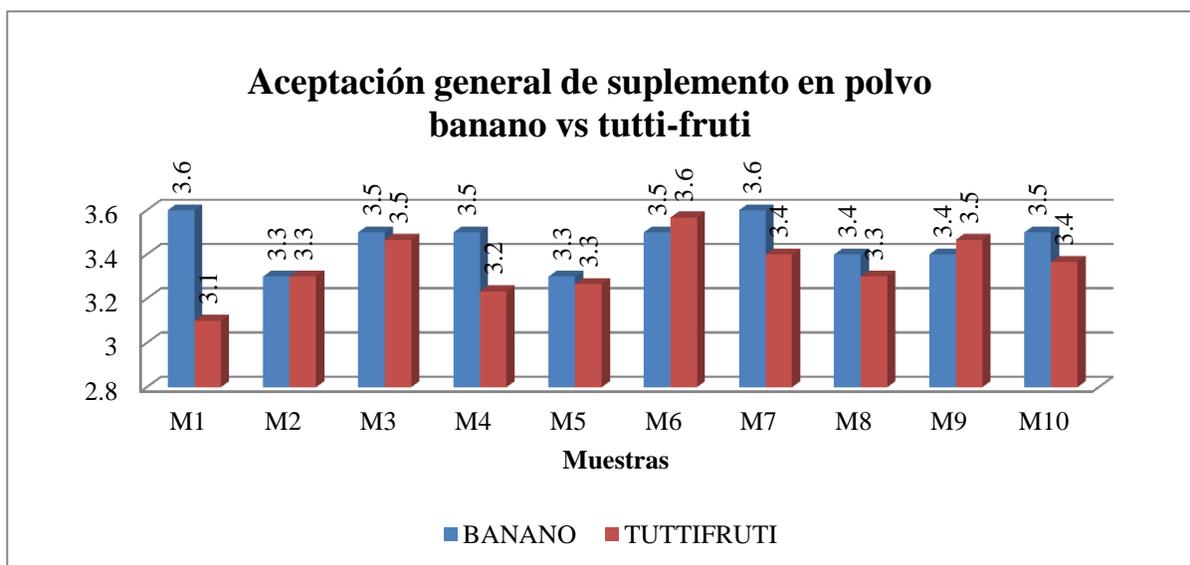


Figura 2.32: Aceptación general de suplemento en polvo banano vs tutti-frutti.

Gráfica de comparación de aceptación general de los atributos sensoriales del suplemento alimenticio sabor banano vs sabor tutti-frutti luego de hacer la preparación para consumirlo por cada panelista.

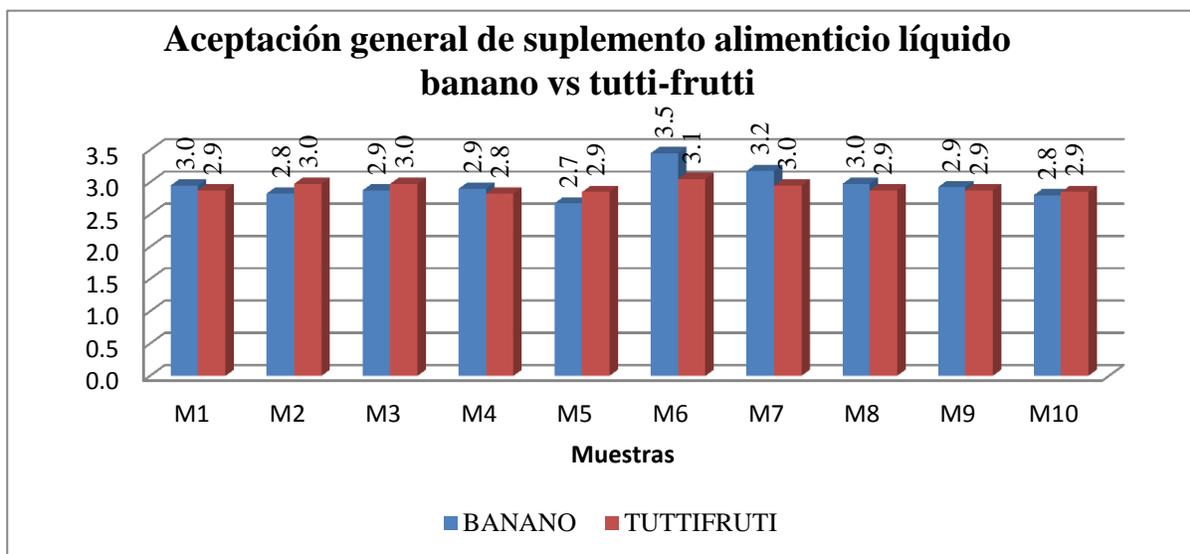


Figura 2.33: Aceptación general de suplemento alimenticio banano vs tutti-frutti líquido.

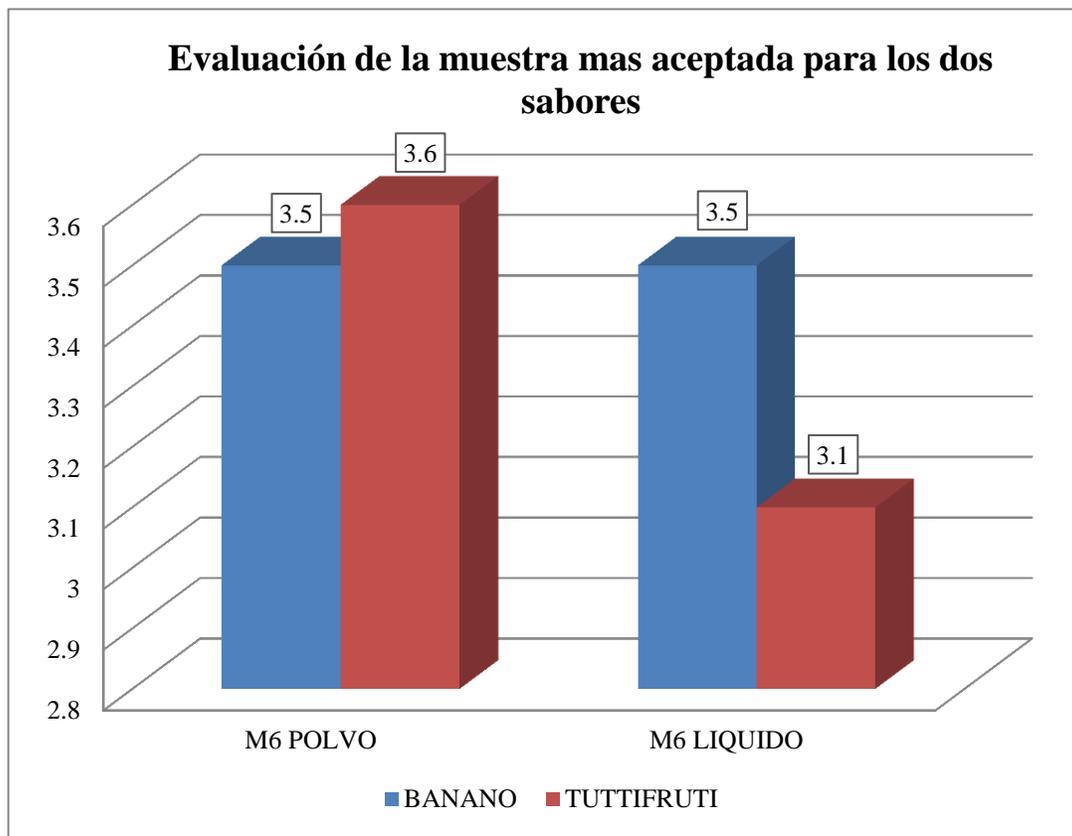


Figura 2.34: Evaluación de la muestra más aceptada para los dos sabores.

Una vez analizados los datos recolectados en el análisis sensorial, realizado en el Laboratorio de Tecnología de alimentos de la Universidad de El Salvador, se procedió a determinar la formulación del sabor mejor evaluado y aceptado por los panelistas y a realizar el análisis de datos obtenidos mediante los gráficos de barra y los datos obtenidos de analizar las variables respuesta, el cual se realizó con un *diseño de mezcla para cuatro componentes de vértices extremos*, obteniéndose que la formulación mejor aceptada es la número seis de sabor banano.

En la Tabla 2.13 se muestran las composiciones óptimas de las mezclas de suplemento sabor banano y sabor tutti-frutti, que se obtuvieron a partir de la evaluación de las variables repuestas para el suplemento en polvo y para el suplemento líquido.

Tabla 2.13

Composiciones óptimas de los ingredientes del suplemento sabor banano y sabor tutti-frutti

Ingrediente Característica	Agente de carga	Endulzante	Teberinto	Saborizante	Óptimo
Calidad general suplemento sabor banano en polvo	0,5267	0,1900	0,1333	0,1498	3,5034
Apariencia	0,5269	0,1900	0,1330	0,1499	3,7080
Olor	0,5396	0,2269	0,1333	0,1000	3,6456
Solubilidad	0,5333	0,2333	0,1333	0,1000	3,2971
Calidad general suplemento sabor banano líquido.	0,4834	0,2333	0,1333	0,1499	3,3383
Apariencia	0,4834	0,2333	0,1333	0,1499	2,5300
Olor	0,4834	0,2333	0,1333	0,1499	3,6204
Sabor	0,4834	0,2333	0,1333	0,1499	3,6812
Sensación bucal	0,5167	0,2333	0,0999	0,1499	3,4088
Calidad general suplemento sabor tutti-frutti en polvo	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	3,6162
Apariencia	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	0,5947
Olor	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	3,7513
Solubilidad	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	3,3656
Calidad general suplemento sabor tutti-frutti líquido.	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	3,0612
Apariencia	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	2,5357
Olor	0,5600	0,2333	0,0999	0,1067	3,0611
Sabor	0,5134	0,2333	0,1332	0,1199	3,5121
Sensación bucal	0,5599	0,2233	0,1333	0,0833	3,0915

Nota: Composiciones óptimas para las características: Calidad Sensorial, Apariencia, olor, solubilidad, sabor y Sensación bucal (estimación para $\alpha = 0.05$)

Como se puede observar y deducir de los datos óptimos obtenidos de las variables respuestas evaluadas, el sabor más aceptado estadísticamente, es el sabor banano, debido a que

este tiene un óptimo en la calidad general del suplemento en polvo de 3.50 y un óptimo de calidad general del suplemento líquido de 3.33 de aceptación, haciendo un promedio general en la calidad del suplemento se obtiene 3.42 en aceptación.

El suplemento alimenticio sabor tutti-frutti tiene un óptimo en la calidad general del polvo de 3.61 y un óptimo en la calidad general del suplemento líquido de 3.06 de aceptación, haciendo un promedio en la calidad general del suplemento se obtiene 3.34 en aceptación.

Recordando que el suplemento se analizó sensorialmente en polvo y líquido para determinar la calidad sensorial del producto, se puede deducir que el óptimo general del suplemento alimenticio sabor a banano es mayor y que la muestra ganadora es la muestra seis, sabor banano (M6), debido a que es la muestra que obtuvo mayor aceptación en la evaluación estadística a través de las variables respuestas y los gráficos de barra de aceptación.

La Tabla 2.14 muestra la formulación óptima para el suplemento alimenticio sabor banano, la muestra seis (M₆) presenta la mejor aceptación de sus características sensoriales.

Tabla 2.14

Formulación base del suplemento alimenticio. Muestra seis, sabor banano.

Componente	Fracción	Cantidad (g) por porción (250ml)
Agente de carga	0.4834	14.5
endulzante	0.2333	6.9
Teberinto	0.1333	3.9
Saborizante	0.1499	4.5
Vitaminas y minerales		
Ac. Fólico	0.000020	0.0020
K ₄	0.000010	0.0010
yodo	0.000010	0.0010
zinc	0.0020	0.20
Σ	1	30

2.5. Etiqueta nutricional y ficha técnica del suplemento alimenticio a base de hoja de Teberinto.

2.5.1. Análisis proximal del producto elaborado.

Los análisis comprendidos dentro de este grupo se aplican en primer lugar, a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación del suplemento alimenticio. En la Tabla 2.15 se presenta la metodología aplicada.

Tabla 2.15

Análisis proximal del suplemento alimenticio

Análisis	Descripción del método	Metodología
Humedad.	Secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo	Horno secador o estufa a 105°C. AOAC
Fibra cruda	Digestión ácido-base y el calcinado del residuo; indicando la cantidad de fibra presente mediante la diferencia de peso luego de la calcinación.	Digestión ácido-base. AOAC
Lípidos	Extracción de grasas a través del éter de petróleo y evaluadas luego de evaporar el solvente como el porcentaje del peso	Método Soxhlet AOAC
Cenizas	Calcinación considerando el contenido como los minerales totales o material inorgánico en la muestra.	Mufla a 550°C AOAC
Proteína	Digestión y destilación por Kjeldahl, el cual evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra.	Método de Kjeldahl AOAC
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	Restar a 100 los porcentajes calculados para cada nutriente	Diferencia
Densidad	Determinación de masa volumen de la muestra en estudio	Relación P/V
pH	Toma de una muestra diluida del producto, medida mediante un pH-metro digital	ISI 1999
Acidez	Determinada por titulación con hidróxido de sodio en el cambio final con fenolftaleína.	ISI 1999

Fuente: (Muñoz Rojas, Vega Viera, y Vera Mostaceros, 2014)

Los resultados obtenidos para el análisis proximal en el Laboratorio de Calidad de la Universidad Alberto Masferrer, se presentan en la sección 2.5.4, Tabla 2.17, y en el Anexo E.

2.5.2. Análisis microbiológico.

Los análisis microbiológicos son realizados en base al suplemento en polvo que obtuvo mayor aceptación en el análisis sensorial realizado, siendo este la muestra 6 del suplemento en polvo sabor a banano; la información fue obtenida del análisis microbiológico de mohos, levaduras, y *Salmonella spp* realizados por el Laboratorio de Control de Calidad de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM). Los cuales se presenta en el Anexo E.

La Tabla 2.16 refleja los resultados obtenidos para los análisis microbiológicos realizados al suplemento alimenticio.

Tabla 2.16

Análisis de mohos, levaduras y patógenos al suplemento alimenticio

Parámetro	RSA	Resultados
Mohos	$<10^4$ UFC/g	500 UFC/10g
Levaduras	$<5 \times 10^3$ UFC/g	500 UFC/10g
Salmonella	Ausencia /25g (RTCA)	Ausencia

Fuente: (RTCA, 2017), (Lobos Araneda, 2011)

Nota: Los parámetros microbiológicos del Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) son referentes a productos elaborados a partir de cereales, harinas y almidones.

Los resultados obtenidos de *Salmonella spp*, mohos y levaduras, cumplen con los parámetros microbiológicos aceptables para que el alimento no represente riesgo para la salud humana, ya que se encuentran por debajo de los límites establecidos en la normativa RTCA y RSA para criterios microbiológicos.

2.5.3. Elección del envase.

Según la naturaleza del producto, cada producto requiere de condiciones especiales para su conservación durante el almacenamiento.

Por tanto, la selección del envase para el suplemento alimenticio debe cumplir adecuadamente las funciones asignadas y reunir las siguientes condiciones (Giraldo Gómez, 1999):

- a) Protección del alimento frente a agentes externos
- b) Compatibilidad envase-alimento
- c) Funcionalidad (adecuación a las necesidades del consumidor)
- d) Adaptación a la línea de envasado
- e) Disponibilidad en el mercado
- f) Adecuación a la normalización técnica y a la legislación
- g) Posibilidad de comunicar una información al consumidor
- h) Compatibilidad medio ambiental
- i) Precio adecuado

La elección de envase se realizó según las necesidades de almacenamiento, las características del producto y tomando en cuenta el control de calidad e inocuidad del producto, debido a que este entra en contacto directo con el envase tiene que garantizar la calidad e inocuidad del suplemento alimenticio. El perfil de envase apropiado y económico para el producto fue una bolsa de estructura multilaminado flexible, tereftalato de polietileno (PET), lámina intermedia de aluminio y polipropileno, con válvula de desgasificación.

En base, al estudio teórico del empaque, este, cuenta características que contribuyen a la conservación del suplemento alimenticio, las cuales se han tomado en cuenta para su selección; y ellas se describen a continuación:

- a) Presenta una permeabilidad al oxígeno (O_2 TR) menor a $50 \text{ cm}^3 \cdot \text{mL} / 100 \text{ in}^2 \cdot \text{día} \cdot \text{atm}$, a 23°C y $0\% \text{ H}_R$.
- b) Barrera media a la humedad
- c) Buena barrera a la luz
- d) Flexible
- e) Resistente.

2.5.4. Determinación de la vida de anaquel del suplemento en polvo elaborado.

Los estudios de vida de anaquel acelerada se basan en la aplicación de los principios de la cinética química sobre el efecto de las condiciones ambientales como temperatura, presión, humedad, gases de la atmósfera, luz, tienen sobre la velocidad de la reacción. (Giraldo Gómez, 1999)

Los métodos acelerados de la estimación de la durabilidad son útiles para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se está estudiando la durabilidad de productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamiento que aceleren las reacciones de deterioro, las que se denominan abusivas, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos. (Giraldo Gómez, 1999)

Para la determinación de la vida útil del suplemento alimenticio considerado como un alimento no perecedero se utilizó el método de vida de anaquel acelerada.

La determinación de la vida de anaquel del suplemento alimenticio, se llevó a cabo a través de sometimiento a condiciones de temperatura de 40°C y H_R de 75%, en el cual, se evaluaron los parámetros bromatológicos a diferentes intervalos de tiempo durante 15 días.

También se presentan en la Tabla 2.17, los resultados de los análisis que demuestran el comportamiento de las características proximales del producto durante los 15 días sometido a las condiciones antes descritas de temperatura y humedad.

Tabla 2.17

Resultado de análisis proximal del suplemento alimenticio durante los 15 días de estudio.

Parámetro	Valor al día 0	Valor a los 15 días	Variación de la propiedad
pH	6.2	6.15	(-) 0.05
Fibra	0.5 %	0.9 %	(+) 0.4 %
Grasa	1.5 %	1.0 %	(-) 0.5 %
Acidez	0.02 %	0.02 %	0 %
Proteína	4.3 %	3.9 %	(-) 0.4%
Cenizas	6.6 %	5.6 %	(-) 1.0 %
Extracto Libre de Nitrógeno(ELN)	81.26 %	82.64 %	(+) 1.38%
Densidad	1.0311g/ml	1.0305 g/ml	--
Humedad	5.84 %	5.96 %	(+) 0.12 %

En la Tabla 2.17 se aprecia que el pH se mantuvo relativamente constante durante la evaluación de los periodos de estudio, teniendo una variación de 0.05 unidades de pH desde el tiempo cero hasta los 15 días de estudio; la fibra registró cambios considerables durante el periodo evaluado a partir de cero días con 0.5% hasta 15 días con 0.9%; el contenido de grasa del producto tiene una variación de 0.5%, este parámetro no se ve afectado por las condiciones de estrés al que fue sometido el producto, sin embargo, esta diferencia en contenidos de grasas

encontrados, se puede atribuir a la homogeneidad de la muestra. El índice de acidez se mantuvo constante durante el tiempo de estudio con 0.02 %. El resultado determinado en cuanto a la proteína, reporta una disminución de proteína de 0.4 %, Los resultados de determinación de cenizas presentaron pequeños cambios durante el periodo de evaluación, presentando una disminución de 1% en los quince días. El extracto libre de nitrógeno durante la evaluación presentó un incremento de 1.38% respecto al tiempo inicial, el análisis de solubilidad para el tiempo 0 y el tiempo 15 días no representa una diferencia significativa, por lo que se puede afirmar que no fue afectado, los resultados de humedad obtenidos para el tiempo cero reporta un valor del 5.84% y para 15 días reporta 5.96%, el parámetro de humedad es el que representa una alteración en calidad del producto debido a que a las condiciones de estrés durante los 15 días de estudio el suplemento presenta principios de aglomeración del polvo.

2.5.5. Determinación experimental de vida útil del suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto.

Para determinar la vida útil del suplemento alimenticio, fue necesario conocer la humedad máxima especificada por normativas para el suplemento alimenticio a base de Teberinto. La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2471:2010 Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas.

De esta norma se tomó como referencia el límite máximo de porcentaje de humedad que deben cumplir las mezclas en polvo, debido a que no existe una normativa en El Salvador para suplemento específicamente. Este valor fue utilizado para determinar hasta qué nivel el suplemento alimenticio en estudio incumple este valor normado, y de esta forma determinar su vida útil. La Tabla 2.18 refleja el porcentaje máximo de humedad que deben de cumplir las

mezclas en polvo para preparar refrescos con sacarosa, fructosa o maltodextrina con o sin nutrientes (proteínas, vitaminas o minerales).

Tabla 2.18

Límite máximo de humedad que deben cumplir las mezclas en polvo para preparar refrescos.

Parámetro	Máximo %	Método de ensayo
Humedad	6	NTE INEN 265

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana, 2015)

La Tabla 2.21 presenta los valores obtenidos del porcentaje de humedad para la muestra de suplemento en empaque multilaminado a una Temperatura de $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $75\% \pm 5\%$. Datos tomados cada tres días.

Tabla 2.19

Valores de humedad obtenidos.

Tiempo (Días)	% Humedad
0	5,840
3	5,885
6	5,900
9	5,910
12	5,920
15	5,960

En la Figura 2.35 se refleja el comportamiento del gráfico de los datos experimentales, humedad del suplemento alimenticio en empaque trilaminar, sometido a un estudio de 15 días bajo condiciones de temperatura de $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $75\% \pm 5\%$.

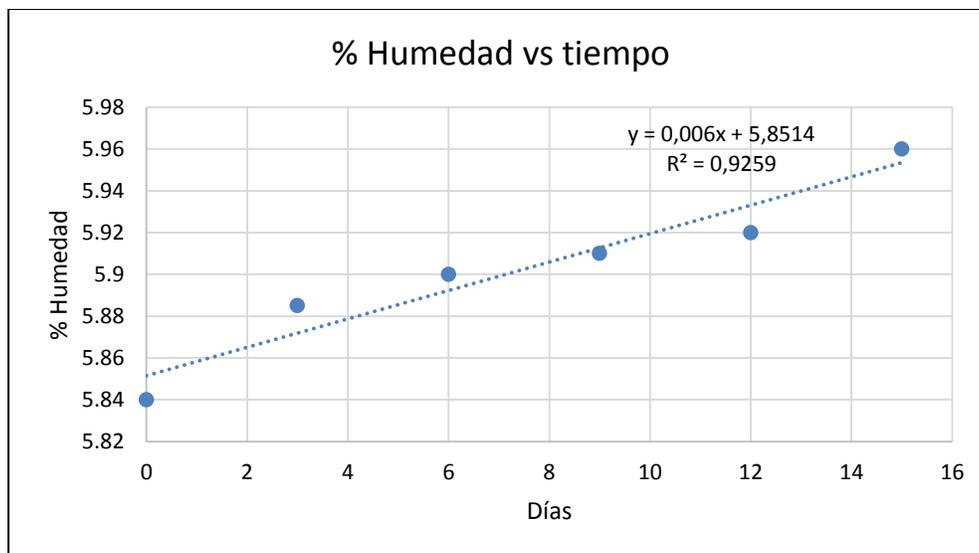


Figura 2.35: Comportamiento de datos experimentales de humedad vs tiempo.

Puede apreciarse que la tendencia de los puntos de humedad del suplemento alimenticio con respecto al tiempo en el empaque seleccionado es de forma lineal, obteniéndose la siguiente ecuación de regresión:

$$y = 0.006x + 5.8514 \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

$$\text{Pendiente (m)} = 0.006$$

$$\text{Intercepto (b)} = 5,851$$

$$\text{Coeficiente de regresión (R}^2\text{)} = 0,9259$$

“y” es igual al parámetro límite de porcentaje de humedad de la NTE INEN 2471:2015 (y= 6.0 % de humedad). Sustituyendo datos y despejando X (tiempo, en días) se obtiene la vida útil estimada del producto a la temperatura de trabajo (40°C). (Torres Funes y Zaldaña de Escobar, 2017)

$$x = \frac{y-b}{m} = \frac{6,0-5,85}{0,006} = 25 \text{ días.}$$

Es decir: 25 días a 40 °C.

En general puede decirse que la velocidad de una reacción aumenta al elevar la temperatura (como valor medio podemos decir que un aumento de 10 grados en la temperatura duplica la velocidad de la reacción). Esto es debido a que el aumento de temperatura incrementa la energía media y la velocidad de las moléculas reaccionantes, aumentando el número de choques entre ellas y el número de moléculas que alcanza o supera la energía de activación, necesario para que el choque entre ellas sea eficaz. (Petrucci, Harwood, y Herring, 2003)

Así, por cada 10°C (ΔT) aumentados de Temperatura, la velocidad de descomposición se duplica; es decir que los 25 días de vida útil que el suplemento presenta a condiciones de estrés (Temperatura de $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $75\% \pm 5\%$) se multiplican por dos, obteniendo como resultado, una vida útil de 2 meses a una temperatura ambiente de 25°C .

El suplemento alimenticio a base del polvo de la hoja de Teberinto con bolsa (PET) con lámina intermedia de aluminio y polipropileno, con válvula de desgasificación, presenta estabilidad en cuanto a sus características químicas como pH, Acidez, grasa y criterios microbiológicos. Sin embargo, algunas de sus características organolépticas como la textura, se ven afectadas bajo las condiciones de sometimiento acelerado de Temperatura de $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y Humedad Relativa de $75\% \pm 5\%$ durante los 15 día.

La vida útil a las condiciones de estrés fue calculada mediante la regresión lineal porcentaje de Humedad vs tiempo, a través de la cual se determinó la vida útil máxima de 2 meses; y tomando en cuenta que el producto fue sometido al ambiente de estrés luego de 28 días de ser elaborado, se asignó un mes más, cumpliendo con las características de calidad e inocuidad por 3 meses.

2.5.6. Etiqueta nutricional.

La etiqueta nutricional es toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales de un alimento; esta comprende desde la declaración de los nutrientes hasta la información nutricional complementaria. La etiqueta nutricional no debe dar a entender deliberadamente que los alimentos presentados con la etiqueta contienen necesariamente alguna ventaja nutricional con respecto a otros alimentos que no incluyen etiquetado nutricional (Codex Alimentarius, 2007).

Para efectos de conocimiento, se ha diseñado una propuesta de etiqueta nutricional para el suplemento alimenticio, siendo esta la muestra que presentó mayor grado de aceptabilidad en el análisis sensorial realizado. La cantidad de información que se proporciona en la etiqueta nutricional depende de las características nutricionales que el producto presenta. Los nutrientes que deben ser declarados según el Codex Alimentarius son (RTCA, 2010):

- a) Valor energético
- b) Grasa Total
- c) Carbohidratos
- d) Sodio
- e) Proteínas

La información presentada sobre el contenido nutricional del producto en la Etiqueta fue obtenida del análisis bromatológico realizado por el Laboratorio de Control de Calidad de la USAM y el documento proporcionado por dicho Laboratorio se encuentra en el Anexo H.

Conforme a estos resultados y al Valor Diario Recomendado (%VDR) por la FDA que se muestra en la tabla 2.21 y además basándose en el contenido nutricional del suplemento alimenticio a base de hojas de Teberinto que se presenta en la Tabla 2.1, se diseñó una viñeta

nutricional siguiendo los lineamientos del Codex Alimentarius, sobre Etiquetado de los alimentos.

Tabla 2.20

Contenido de vitaminas y minerales en la porción de 30 g de suplemento alimenticio.

	Unidades	Cantidad	%VDR	VDR de vitaminas y minerales (FDA)
Vitaminas				
C	mg	0.674	1.1	60
Niacina (B ₃)	mg	0.319	1.6	20
E	IU	6.557	21.8	30
	mg	4.40	21.8	20.13
B ₂	mg	0.799	47.0	1.7
B ₁	mg	0.101	6.7	1.5
AC. Fólico (B ₉)	µg	20	5.0	400
K ₄	µg	10	12.5	80
A-Betacaroteno	UI	352.4	7.0	5000
	mg	0.635	7.0	9
Minerales				
Potasio	mg	51.63	1.5	3500
Calcio	mg	78.11	7.8	1000
Fosforo	mg	7.956	0.8	1000
Magnesio	mg	14.35	3.6	400
Zinc	mg	2	13.3	15
Hierro	mg	1.09	6.0	18
Cobre	mg	0.023	1.2	2
Yodo	µg	10	6.7	150

Fuente: (FDA, 2009)

En la Tabla 2.21 se muestran los Valores Diarios Recomendados (VDR) por la FDA de cada uno de las vitaminas y minerales.

Tabla 2.21

Valores Diarios Recomendados (VDR) para el consumo humano sugerido por la FDA.

Componente del alimento	VDR
Niacina	20 mg
Grasas saturadas	20 mg
Sodio	2.400 mg
Potasio	3.500 mg
Carbohidratos totales	300 g
Fibras alimenticias	25 g
Proteínas	50 g
Vitamina A	5,000 IU
Vitamina C	60 mg
Calcio	1,000 mg
Hierro	18 mg
Vitamina E	30 IU
Tiamina	1.5 mg
Riboflavina	1.7 mg
Niacina	20 mg
Vitamina B6	2 mg
Folato	400 µg
Vitamina B1	6 µg
Biotina	300 µg
Ácido Pantoténico	10 mg
Fósforo	1,000 mg
Yodo	150 µg
Magnesio	400 mg
Cinc	15 mg
Cobre	2mg

Fuente: (FDA, 2009)

En la Tabla 2.22 se presentan los valores diarios recomendados por porción de suplemento reconstituido en 250 mL de agua. Esta, también muestra los valores detectados de grasa, proteína, carbohidratos y fibra cruda, siendo estos los resultados obtenidos en los análisis

realizados en el Laboratorio de Control de Calidad de USAM, también se reporta el porcentaje de cada uno de estos componentes con respecto al VDR por la FDA. Los cálculos de porcentaje de VDR se presentan en el anexo I.

Tabla 2.22

Contenido nutricional del suplemento alimenticio y su Valor Diario Recomendado (VDR) para una porción de 30 g de suplemento reconstituido en 250 mL de agua.

Componente	Valor detectado en muestra de suplemento	Porción 30 g en 250 mL	% VDR	Peso absoluto declarado
Proteína	3.9 %	1.29 g	2.58 %	1.3 g
Grasa total	1 %	0.45 g	0.8181 %	0.5 g
Carbohidratos totales	82.8 %	24.85 g	8.28 %	24.9 g
Fibra cruda	0.9 %	0.15 g	0.6 %	0.2 g

Las únicas declaraciones de propiedades nutricionales permitidas serán las que se refieran a energía, proteínas, carbohidratos, fibra, sodio, vitaminas y minerales para los cuales se han establecido valores de referencia de nutrientes en las Directrices del Codex para Etiquetado Nutricional. Para el caso el suplemento alimenticio se declara libre de Sodio. (Codex Alimentarius, 2007).

Del contenido de vitaminas y minerales que se encuentran en el suplemento alimenticio (Tabla 2.20), haciendo una revisión del valor diario estimado por la FDA (Tabla 2.21), y además retomando las reglas de etiquetado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) especifica el contenido nutricional que se declare en la etiqueta; por tanto, las vitaminas y minerales que se encuentran en proporciones no significativas para dicho reglamento, se omiten o se les asigna valor cero.

En la Figura 2.36 se muestra la propuesta de etiqueta nutricional para la bebida a base de Teberinto; en el anexo F se presenta los cálculos realizados para su elaboración.

Información Nutricional		
Cantidad por porción: 30g		
N° de porciones: 15		
		% VDR*
Cantidad por porción:		
Energía	9.282 Kcal	
Grasa Total	0.5 g	0.81 %
Sodio	0g	0%
Carbohidratos Totales	24.9 g	8.28 %
Proteínas	1.3 g	2.58%
Vitamina E	4.4g	21.80%
Vitamina K	10µg	12.50%
Ac. Fólico	20µg	5.00%
Tiamina(B1)	0.101mg	6.70%
Riboflavina(B2)	0.799mg	47.00%
Calcio	78.11mg	7.80%
Hierro	1.09mg	6.00%
Yodo	10µg	6.70%
Potasio	51.63mg	1.50%
Zinc	2mg	13.30%
<p>% VDR corresponde al Valor Diario Recomendado para vitaminas y minerales, aportados por porción del suplemento alimenticio a base de Teberinto.</p>		
<p>*Los porcentajes de valores diarios estan basados en una dieta de 2000 calorías.</p> <p>El porcentaje de valores diarios ha sido calculado en base a referencia de FDA.</p>		

Figura 2.36: Propuesta de etiqueta nutricional para el suplemento alimenticio a base de Teberinto.

En la Figura 2.37 se presenta una propuesta de viñeta para el suplemento alimenticio basado en la hoja de Teberinto.

Información Nutricional
Cantidad por porción: 30g
Nº de porciones: 15

		% VDR*
Cantidad por porción:		
Energía	9.282 Kcal	
Grasa Total	0.5 g	0.81 %
Sodio	0g	0%
Carbohidratos Totales	24.9 g	8.28 %
Proteínas	1.3 g	2.58%
Vitamina E	4.4g	21.80%
Vitamina K	10g	12.50%
Ac. Fólico	20g	5.00%
Tiamina(B1)	0.101mg	6.70%
Riboflavina(B2)	0.799mg	47.00%
Calcio	78.11mg	7.80%
Hierro	1.09mg	6.00%
Yodo	10g	6.70%
Potasio	51.63mg	1.50%
Zinc	2mg	13.30%

*%VDR corresponde al Valor Diario Recomendado para vitaminas y minerales, aportados por porción del suplemento alimenticio a base de Teberinto.

*Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías.
El porcentaje de valores diarios ha sido calculado en base a referencia de FDA.

Libre de Sodio

Suplemento alimenticio a base de Teberinto (Moringa Oleífera)

Sabor banana

Contenido: 450 g

Ingredientes: Maltodextrina, sacarosa (azúcar), Teberinto (Moringa Oleífera), fuente de vitaminas y minerales, Saborizante artificial (sabor banana), Ac. Fólico (B₉), Vitamina K, Yoduro de potasio, Zinc .

Instrucciones de uso: Disolver 30g de suplemento alimenticio a base de Teberinto, en 250ml de agua.

Método de conservación: Después de abierto el empaque, guárdelo dentro de un recipiente hermético a temperatura ambiente.

Almacenamiento: Almacenar a temperatura ambiente.

Fabricado: 28-08-2017
Exp. 28-11-2017
Lote: 2245:B
Reg. San. N°. 4502, El Salvador
Manténgase fuera del alcance de los niños.

El producto no es adecuado para ser consumido como única fuente de alimento.

Suplemento alimenticio indicado para personas adultas.

Fabricado y envasado por: Industrias Teberinto El Salvador S.A. Urbanización Las Palmas, Calle Sta. Rosa, # 23 Aposta, San Salvador.

1 234567 890128

Figura 2.37: Diseño de la viñeta utilizada para el empaque del suplemento alimenticio a base de polvo de hojas de Teberinto.

2.5.7. Declaración en la etiqueta

Se tomó en cuenta para la declaración en la etiqueta la disposición de la normativa, la cual indica que se permite al fabricante etiquetar un alimento como “libre de sodio” si este contiene, no más de 5 mg de sodio por porción, o por 100g. (RTCA, 2010)

Debido a que el producto elaborado en este proyecto contiene menos de 5 mg de sodio por porción, la declaración “libre de sodio”, puede ser colocada con toda confianza y validez en la etiqueta. (RTCA, 2010)

2.5.8. Ficha técnica del suplemento alimenticio.

En la Figura 2.38 se presenta la ficha técnica del suplemento alimenticio a base del aprovechamiento de la hoja de Teberinto; esta ficha técnica es realizada a partir de la muestra de suplemento que obtuvo una mayor aceptación en el análisis sensorial y el resultado óptimo del estadístico evaluado por el diseño de mezclas de vértices extremos.

Suplemento alimenticio a base de hojas de Teberinto		
Descripción	Producto de grado alimenticio en polvo, color verde, con buena solubilidad principalmente en agua fría, elaborado a base la hoja de Teberinto, mezclado con saborizante de banano, maltodextrina, utilizando como edulcorante la sacarosa y adición de vitaminas y minerales.	Imagen
		
Factores de calidad	Organolépticas	Apariencia visual
		Color
		Olor
		Textura
Factores de calidad	Fisicoquímicas	pH
		Grasa total
		Edulcorante
		Humedad
		Calorías
		Sodio
		Carbohidrato total
Factores de inocuidad	Microbiológicas	Mohos y levaduras
		<i>Salmonella ssp</i>
Empaque	Bolsa de estructura trilaminar flexible de polipropileno, lámina intermedia de aluminio y tereftalato de polietileno (PET) con válvula de desgasificación. Peso neto de 450g de producto.	
Aplicaciones	El Suplemento alimenticio destinado a ser ingerido por vía oral para complementar los nutrientes presentes normalmente en los alimentos que no se han logrado adquirir en la alimentación de rutina, como vitaminas, minerales, aminoácidos, carbohidratos, proteínas, grasas o mezclas de estas sustancias.	
Almacenaje y manejo	Almacenar en un ambiente seco, temperatura ambiente a los 25°C y una humedad relativa menor al 50%. Después de abierto el empaque, guardarlo en un recipiente hermético a temperatura ambiente. El tiempo de vida útil es de 3 meses.	

Figura 2.38: Ficha técnica del suplemento alimenticio.

CAPITULO III

3. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE PLANTA ELABORADORA DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO A BASE DE LA HOJA DE TEBERINTO (*Moringa oleífera*).

El crecimiento y desarrollo de la industria alimenticia, ha permitido que los países en desarrollo tengan acceso a mercados que en otras circunstancias sería complicado, permitiendo a su vez el uso de tecnologías modernas y la ampliación de la industria y el crecimiento económico, basándose en la sustentabilidad de los productos desarrollados y reduciendo el uso de materia prima sintética.

El suplemento alimenticio basado en el aprovechamiento de las hojas de Teberinto, puede tener un gran auge en el mercado, esto debido a todos los beneficios que este árbol posee, además de ser una apuesta de la industria alimenticia por la producción de alimentos sanos y nutritivos para el buen desarrollo del ser humano.

Se desarrolló una propuesta de diseño de una planta elaboradora del suplemento alimenticio, para lo cual se utilizó como base la metodología de evaluación de proyectos y diseño de plantas agroindustriales. Esto implicó, la realización de un estudio de mercado, enfocado en un análisis de importaciones y exportaciones de productos similares en polvo, y determinando sus costos de producción y precio de venta; así también se incluye el estudio técnico, en el cual se determina el tamaño óptimo de la planta; además se presenta el diseño del proceso de producción y las especificaciones de los equipos a utilizar, y la forma en que estará distribuida la planta. Finalmente, se implementa un Plan de Buenas Prácticas de Manufactura para el proceso de producción del suplemento alimenticio.

3.1 Estudio de mercado.

El estudio de mercado realizado consta de un análisis de importación y exportación de productos en polvo con características similares al producto a elaborar, debido a que estos serán las competencias del suplemento alimenticio en el mercado, así mismo se evalúan las tendencias de los mercados nacionales e internacionales por medio de información fehaciente del Banco Central de Reserva (BCR). Por otro lado, también es útil conocer los precios con los cuales se comercializan los productos de competencia en el mercado para estimar cual será el precio del producto que se pretende introducir al mercado, tomando en consideración todos los costos directos e indirectos para su elaboración. De igual forma es necesario saber la mejor forma de comercialización del nuevo producto.

3.1.1 Mercado competidor.

Existe una variedad de suplementos alimenticios en el mercado salvadoreño, los cuales en su mayoría son importados y muy pocos son elaborados en El Salvador, entre los de mayor consumo se pueden mencionar: Ensure Advance, Ensure Plus, Proteína vegetal en polvo (Nutrilite), Proteinol fem, Proteinol pre-natal y Proteinol familiar; entre esta gama de suplementos debe destacarse que la ventaja competitiva que tiene el suplemento alimenticio elaborado a base de hojas de Teberinto, es su componente nutricional, el cual es de origen natural (Hojas de Teberinto). (Banco Central de Reserva, 2016)

3.1.2 Importaciones.

Los suplementos alimenticios existentes en El Salvador, en su mayoría son de procedencia extranjera; según nóminas del BCR las importaciones están clasificadas de acuerdo con el rubro; en el caso de los suplementos entra en la categoría de alimentos y bebidas, por tanto, no se conoce a detalle cuanto se invierte en el mencionado producto. En la Tabla 3.1 se presenta

información sobre la forma de comercialización, procedencia y precios de los suplementos alimenticios consumidos en El Salvador. (BCR, 2016)

Tabla 3.1

Especificación de suplementos en polvo consumidos en El Salvador.

Producto	Cantidad(g)	Procedencia	Precio
Ensure Advance	400	Holanda	\$21.10
Ensure Plus	400	Holanda	\$19.34
Proteína vegetal en polvo	450	EE.UU	\$34.55
Proteinol fem	454	El Salvador	\$19.63
Proteinol pre-natal	454	El Salvador	\$20.17
Proteinol familiar	454	El Salvador	\$19.97

Fuente: (tuElSalvador.com, 2017), (Nutrilite, 2017), (Proteinol, 2017)

Nota:

De acuerdo a lo que se observa en la Tabla 3.1, el único suplemento alimenticio que es elaborado en El Salvador es el Proteinol en sus diferentes presentaciones por Laboratorios Solaris. (BCR, 2016)

3.1.3 Exportaciones.

El consumo de suplementos alimenticios que se tiene en El Salvador es, en su mayoría, como se mencionó en el epígrafe 3.1.2, de procedencia extranjera, y no se tiene conocimiento si el único suplemento que es elaborado en El Salvador (Tabla 3.1) es consumido en el extranjero de acuerdo a la información que presenta el BCR, donde se mencionan las empresas exportadoras no apareciendo Laboratorios Solaris. (Banco Central de Reserva, 2010)

3.1.4 Determinación del precio del suplemento alimenticio elaborado a base de las hojas de Teberinto.

Para la determinación del precio del suplemento alimenticio se ha tomado en cuenta el hecho de ser un producto por elaborar en El Salvador, por lo que debe tener un menor costo comparado a los productos en polvo con características similares, tales como su contenido nutricional. Por tanto, es necesario conocer el mercado competidor y los precios de los productos en el mercado, así como las demás características que se presentan en la Tabla 3.2 y Tabla 3.3. Se ha determinado que la presentación será de un producto a granel en bolsas de 450 g, debido a que los productos similares, son comercializados en presentaciones entre 450 g y 454 g, como se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.2

Costos de materias primas por unidad de 450 g

Ingrediente	Cantidad por unidad (g)	Precio de materia prima por unidad (\$)
Maltodextrina	217.50	0.390
Azúcar	104.98	0.110
Saborizante	67.45	0.67
Teberinto	59.98	4.80
Ac. Fólico (B ₉)	0.009	0.59
K ₄	0.0045	0.19
Yoduro de potasio	0.0045	0.0012
Zinc	0.90	0.040
Σ	450.08	6.79

En la Tabla 3.3 se presentan los costos implicados por unidad de 450 g, así como el costo total de la producción mensual de 8,888 bolsas, dicha producción se detalla en el epígrafe 3.2.1.

Tabla 3.3

Costos por unidad y costo mensual del suplemento alimenticio en polvo.

Concepto	Costo (\$)	Costo mensual (\$) por 8,888 unidades
Materia prima	6.79	60,349.52
Mano de obra	2.0	17,776.0
Empaque y viñeta	0.20	1,777.6
Agua	0.04	355.52
Luz	0.05	444.4
Material de laboratorio	0.05	444.4
Depreciación de equipos	0.06	533.28
Otros	1.0	8,888
Costo general Σ	10.19	90,568.72

El precio que se propone en este estudio es considerando la determinación de costos totales y la necesidad y accesibilidad del mercado consumidor para poder adquirir el producto. Debido a que los precios para suplementos en El Salvador rondan de entre \$19.34 a los \$34.55; el precio del suplemento alimenticio a base de hojas de Teberinto viene dado por el siguiente cálculo, utilizando datos de la Tabla 3.3: (Polimeni, Fabozzi, & Arthur, 1997)

$$\text{Precio de venta unitario} = \text{Costo de producción unitario} + \% \text{ de utilidad}$$

Dónde:

$$\text{Costo de producción unitario} = \frac{\text{Costo de producción}}{\text{Número de unidades producidas}}$$

$$\text{Costo de producción} = \text{materia prima} + \text{material directo} + \text{mano de obra directa} + \text{costos indirectos de fabricación.}$$

$$\text{Costo de producción} = \$90,568.72$$

$$\text{Costo de producción unitario} = \frac{\$90,568.72}{8,888 \text{ unidades producidas}} = \$10.19$$

Por tanto

$$\textit{Precio de venta unitario} = \$10.19 + \% \textit{ de utilidad}$$

$$\textit{Precio de venta unitario} = \$10.19 + 50\% * \$10.19$$

$$\textit{Precio de venta unitario} = \$15.28$$

Al realizar un análisis simple de costo-beneficio se determina:

$$\frac{15.28}{10.19} = 1.49$$

Lo que significa que por cada dólar invertido en la elaboración del producto se obtendrán \$0.49 de ganancia.

Este precio permitirá que el producto sea de menor costo comparado con el mercado competidor y de esta forma se adapte mejor a las posibilidades económicas de la mayoría de posibles consumidores.

3.1.5 Análisis de comercialización y distribución del producto.

Analizando los aspectos de comercialización y distribución del producto más apropiado para poder satisfacer la demanda del mercado, se sabe que se tiene que convencer a cada uno de los consumidores, los cuales deben conservarse y tratar de aumentar el número de consumidores. Por lo que se debe manejar una cadena de distribución del producto de tal forma que llegue más rápido, sea accesible y de forma más económica a los clientes. (Baca Urbina, 2010)

También se debe tomar en cuenta todas las limitantes y disposiciones que se tienen como empresa para poder facilitar el canal de distribución del producto, el tiempo que se dispone, etc. estas variables serán las que indiquen el sistema más adecuado, en razón a su operatividad y rentabilidad ya que uno de los objetivos empresariales es obtener utilidades. (Baca Urbina, 2010)

En la Figura 3.1, se presenta la estructura de los diferentes canales de comercialización en los mercados de consumo:

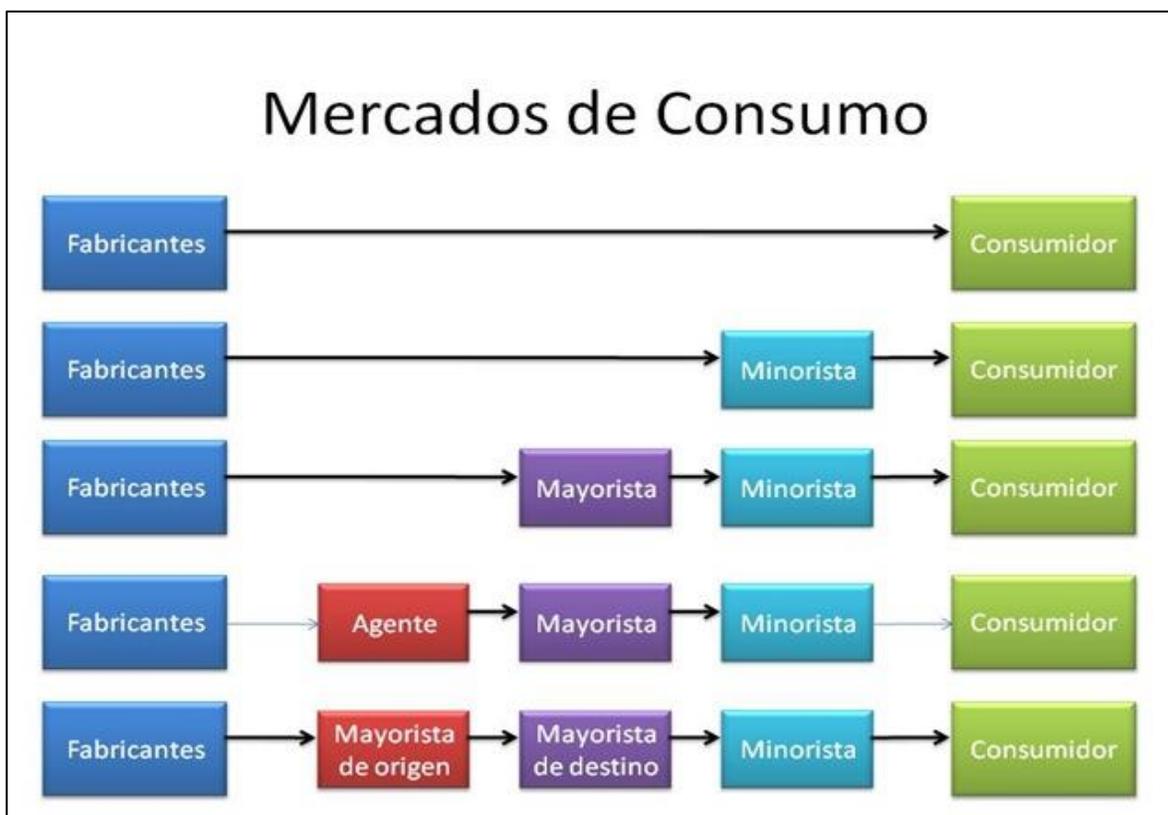


Figura 3.1: Canales de distribución en los mercados de consumo.

Fuente: (Vanaclocha, 2005)

Con respecto a la información presentada en la Figura 3.1, acerca de los distintos tipos de canales, se llega a la conclusión que el método corto es el más adecuado para la distribución del suplemento alimenticio, se ha considerado dentro de estos tipos de canales el siguiente:

Fabricante-Minorista-Consumidor.

Es un canal de distribución relativamente más rápido que el resto de canales, siendo ideal para que las pequeñas empresas logren satisfacer las necesidades demandadas por los consumidores. Por lo que es lo más favorable para la comercialización del suplemento alimenticio, ya que sus ventas se instalarán en supermercados, farmacias y tiendas de prestigio.

Pues son los establecimientos más estratégicos para que la población conozca del producto y pueda adquirirlo fácilmente.

Debido a que será un producto nuevo en el mercado, se deben realizar promociones, para atraer a los clientes y se interesen en comprar el suplemento, además el producto para lograr la excelente incorporación en el mercado debe darse a conocer por internet, radio, televisión y por su puesto en anuncios, periódicos, revistas y eventos públicos promocionando el nuevo producto.

3.2 Estudio técnico para el diseño de la planta.

3.2.1. Determinación del tamaño óptimo de la planta.

Para elaborar un producto similar que sea competitivo con los existentes en el mercado, con el componente diferenciador del elemento nutricional, que es la hoja de Teberinto, se comercializará en presentación de 450 g, como se menciona en el epígrafe 3.1.4.

Cantidad a producir.

Para la cantidad de producción de suplemento alimenticio, se debe fijar, tomando en cuenta la cantidad de árboles sembrados en un área disponible, la cantidad de polvo de hoja producida, esto con el fin de tener la disponibilidad de una de las materias primas base para la elaboración del producto.

De acuerdo con estudios realizados, para el año 2009, en El Salvador la densidad forestal del árbol de Moringa oleífera era de 7,150 árboles/Ha. Siendo este, un recurso no explotado en la agricultura salvadoreña y además una especie con claro valor potencial a futuro, que necesita de su estudio e investigación y que aún se encuentra en transición. (García Torres, Martínez Cubías, y Rodríguez Díaz, 2013).

Existen algunas organizaciones no gubernamentales en El Salvador, como Visión Mundial, dedicadas a promover el cultivo de Teberinto con fines nutricionales, para que las hojas del Teberinto sean incluidas en la dieta alimenticia como fuente de proteínas. Promoviendo así campañas a nivel nacional con énfasis en la zona oriental del país en los departamentos de Usulután, San Miguel y Morazán, y en las zonas costeras de Ahuachapán y Sonsonate con más de 30,000 árboles sembrados en dicho proyecto. (García Torres, Martínez Cubías, y Rodríguez Díaz, 2013)

Con los proyectos que se han realizado bajo la iniciativa de la ONG Visión Mundial en los departamentos de Sonsonate y Ahuachapán, se ha logrado aumentar la producción de materia proveniente del árbol de Teberinto; obteniendo para el año 2013, datos de oferta de proveedores de materia seca (polvo de hojas secas de Teberinto) de 1,683 Ton/año. Y según un estudio de mercado realizado en el año 2009 por estudiantes de la Universidad de El Salvador para evaluar la demanda de productos nutricionales provenientes de Teberinto, se obtiene que dicha demanda es de aproximadamente 237 Ton/año (19,750 Kg/mes) (Contreras Funes, Ohoa Hernández, & Ramírez Martínez, 2009). Lo cual indica que la demanda para el suplemento alimenticio de polvo de hojas de Teberinto puede ser satisfecha de manera sostenible, ya que la oferta es mayor que la demanda.

Dado que la empresa necesitará posicionarse con el producto en el mercado y comprender cómo funciona, se propone un proceso de oferta ascendente, en el cual se deberá iniciar la producción para el año 1, con el 20% de la demanda, e ir aumentando 20% cada año según el comportamiento de las ventas del producto.

De acuerdo a estos datos, la cantidad de suplemento alimenticio que se propone producir es de 20,000 Kg/mes, que equivale al 100 % de la demanda; entonces, para iniciar la producción, el 20% es 4000 Kg/mes para el año 1, es decir, 8,888 bolsas/mes.

En la Tabla 3.4 se describe la materia prima a utilizar para la elaboración del suplemento alimenticio, de acuerdo a lo planteado anteriormente sobre la plantación de árboles de Teberinto en El Salvador, la planta tendrá el dimensionamiento para producir 4000 Kg/mes de suplemento alimenticio, lo que equivale a 8,888 unidades de 450 g mensuales.

Tabla 3.4

Cantidad de materia prima a utilizar para producción mensual.

Materia prima	Cantidad (Kg)
Maltodextrina	1,930.12
Sacarosa	931.43
Saborizante banano	598.47
Polvo de hoja de Teberinto	532.15
Ac. Fólico (B ₉)	0.08
K ₄	0.04
Yoduro de potasio	0.04
Zinc	7.85
Σ	4,000.18

Nota: Producción mensual de 8,888 bolsas de 450g cada una, equivalente a 4,000.18 Kg de suplemento alimenticio al mes.

3.3 Ingeniería del proyecto.

3.3.1. Diseño de producción.

Descripción del proceso de producción.

En esta parte se describe el proceso mediante el cual se obtendrá el producto, es importante indicar todas las fases del proceso de producción para conocer la eficiencia y el cumplimiento de la capacidad de producción, tomando en cuenta también la implementación de los factores de calidad e inocuidad en el proceso debido a la naturaleza del producto siendo este para el consumo humano. (Baca Urbina, 2010)

El proceso de producción de suplemento alimenticio en la planta diseñada se hará de manera periódica. Por medio de un proceso por lotes, el cual se describe a continuación.

- a) **Recepción de materia prima:** En esta primera etapa del proceso de producción, se realiza la recepción de la materia prima que es suministrada por los proveedores previamente calificados y seleccionados, para la elaboración del suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto.
- b) **Almacenamiento:** Al momento que se han recibido, las diferentes materias primas se pasan a la zona de almacenamiento donde se tienen las condiciones idóneas para alimentos evitando cualquier tipo de contaminación. La bodega de materia prima debe tener un ambiente propicio para cada una de las materias primas, ya que todas son en polvo se debe tener un mayor cuidado a la variación de la temperatura. En esta etapa del proceso se debe tener un control estricto para preservar la calidad de la materia prima que será previamente procesada.
- c) **Pesaje:** Antes de comenzar el proceso de elaboración de un lote de producción de suplemento alimenticio, toda la materia prima que contendrá la formulación del suplemento

deberá ser pesada con las cantidades especificadas en la Tabla 3.4 para obtener la cantidad requerida y en las proporciones establecidas hasta el final del proceso y para mantener la calidad del producto.

- d) **Mezclado:** En el mezclado es donde se adicionarán todos los ingredientes que se ha especificado son necesarios para obtener el producto de la mejor calidad, se realizará con un mezclador de tamaño industrial ajustado a la capacidad de producción esperada de cada lote.
- e) **Tamizado:** Posterior al proceso de mezcla se transportará el producto por medio de un tornillo sin fin para seguir mezclando y que el producto quede bien homogenizado, para luego ser tamizado verificando la calidad del producto con el tamaño de partícula especificado para el suplemento alimenticio.
- f) **Envasado:** Una vez obtenido el polvo del suplemento alimenticio listo, se procederá a envasarla utilizando una maquina dosificadora, donde se llenarán las bolsas con la cantidad de medida establecida del producto, inmediatamente serán selladas en la misma máquina.
- g) **Etiquetado:** Para el etiquetado del suplemento alimenticio se utilizará una maquina etiquetadora, luego un operario se dedicará a su embalaje en cajas de cartón, donde se almacenarán diez unidades por caja.
- h) **Control de calidad:** El control de calidad se realiza antes de envasarlo para verificar la inocuidad y calidad antes de ser empacado, y posterior al envasado y etiquetado, revisa el etiquetado y embalado del suplemento para corroborar la calidad del producto terminado y que se encuentre en condiciones óptimas para ponerlas a la venta en el mercado.
- i) **Almacenado:** Se deben colocar las cajas, de suplemento alimenticio en la bodega de productos terminados desde donde serán despachadas a los distintos puntos de venta, esta

bodega debe contar con las condiciones óptimas de almacenamiento para evitar cualquier tipo de daño al producto.

3.3.2 Diagrama de flujo del proceso

En la Figura 3.2 se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción, en el cual se presentan los equipos a utilizar. Las especificaciones de los equipos se detallan en la Figura 3.4.

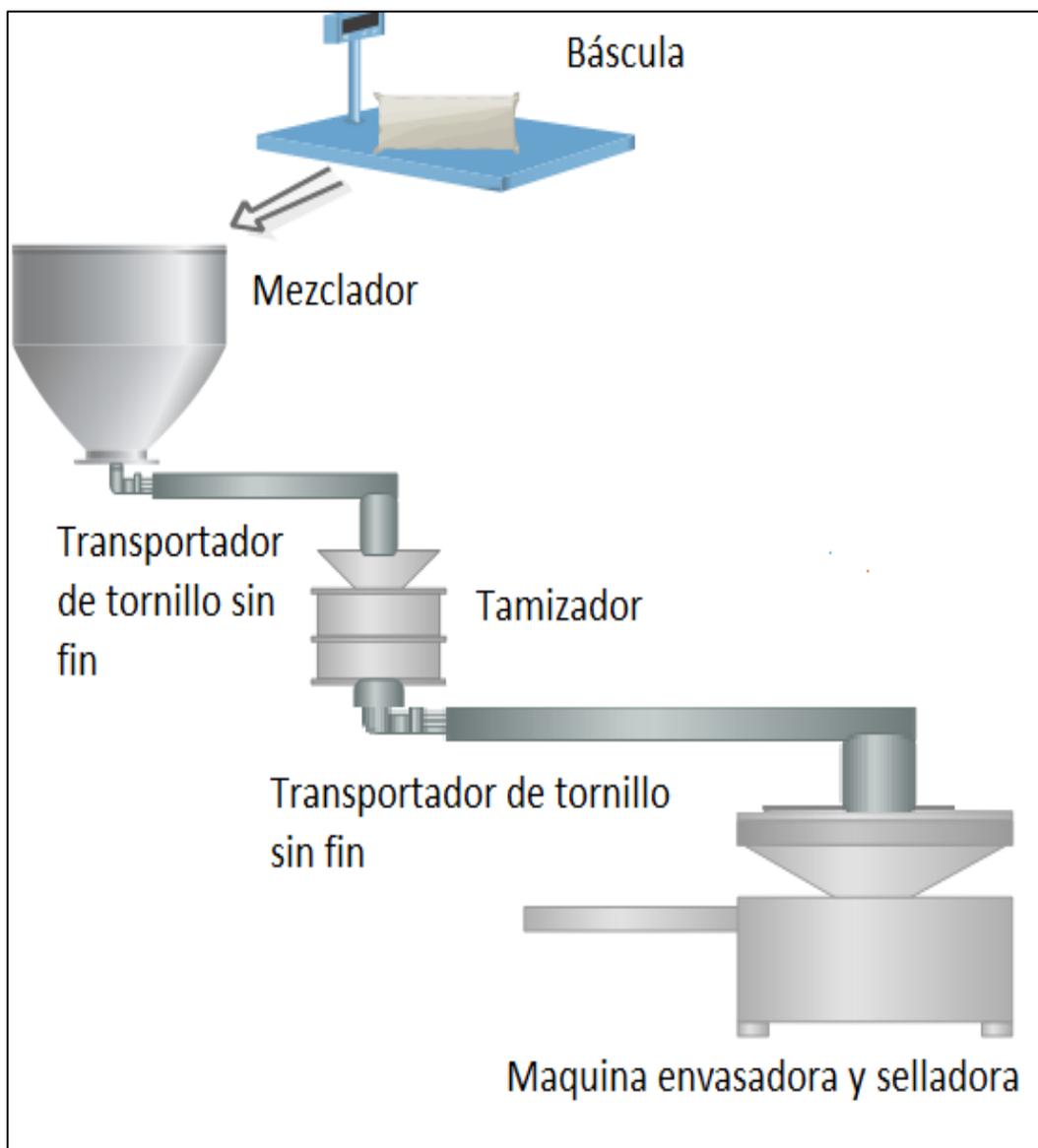


Figura 3.2: Diagrama de flujo del proceso.

En la Figura 3.3 se muestra un diagrama convencional del proceso a seguir para la producción de suplemento alimenticio a base de polvo de hojas de Teberinto. En la Tabla 3.5 se define la denominación de los equipos utilizados y en la Tabla 3.6 se definen cada una de las corrientes del proceso de producción.

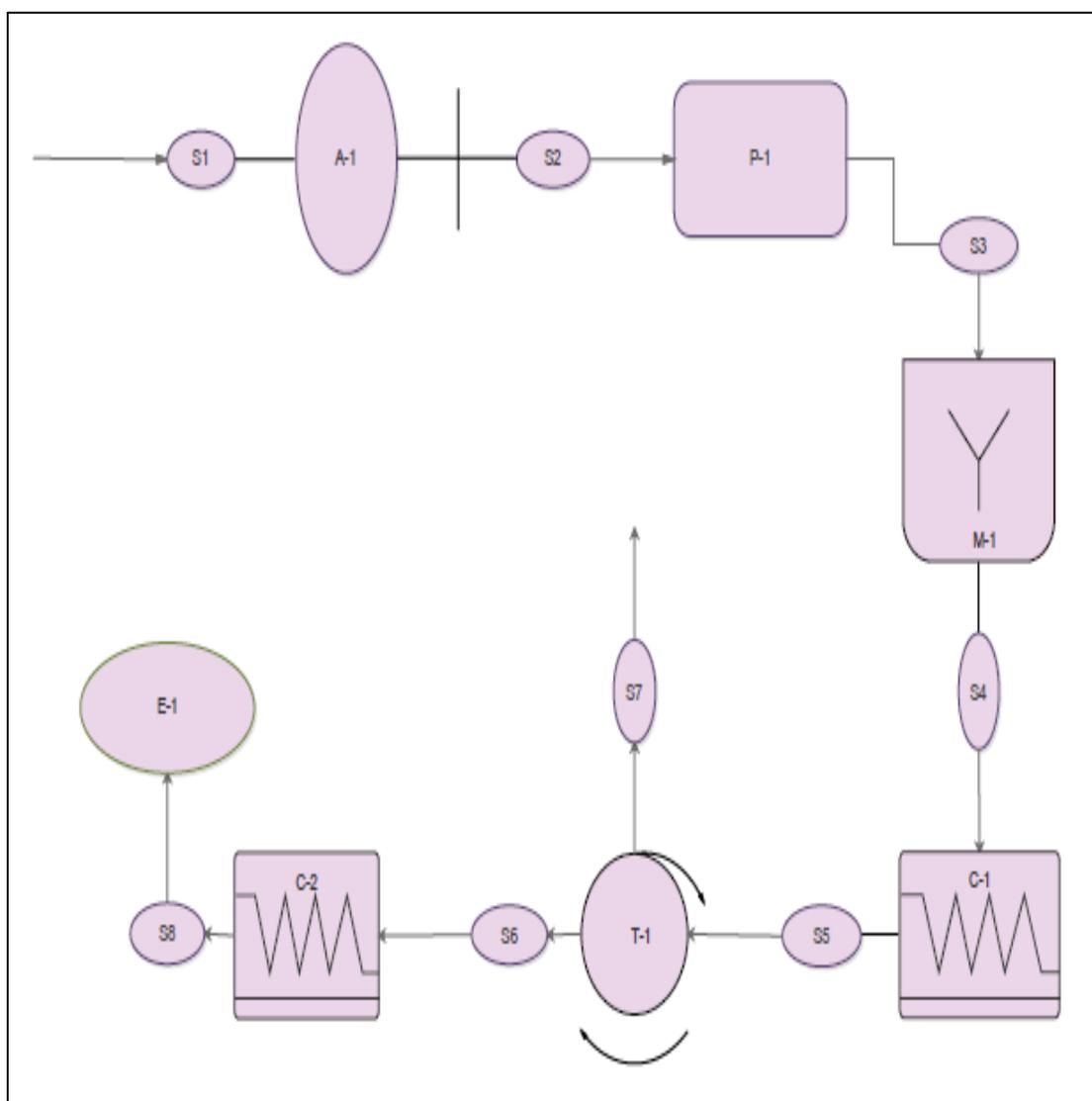


Figura 3.3: Diagrama convencional de proceso.

Fuente: (Baca Urbina, 2010)

Tabla 3.5

Denominación de equipos para el proceso de producción del suplemento alimenticio.

Denominación	Descripción - Función principal
A-1	Almacenamiento de materia prima (Teberinto, saborizante, sacarosa, maltodextrina, vitaminas y minerales)
P-1	Báscula industrial
M-1	Mezclador
C-1	Transportador de tornillo sin fin
T-1	Tamizadora malla 80
C-2	Transportador de tornillo sin fin previo al envasado y sellado
E-1	Maquina envasadora y selladora

Tabla 3.6

Denominación de corrientes en el proceso de producción del suplemento alimenticio.

Denominación	Descripción – función principal
S1	Recepción de materia prima
S2	Pesaje de materia prima a utilizar
S3	Transporte de alimentación al Mezclado de los componentes
S4	Alimentación en tornillo sin fin
S5	Alimentación al tamizador
S6	Partícula de suplemento que pasa la malla 80
S7	Partícula detenida en el tamizado
S8	Suplemento en polvo para el envasado y sellado

Balance de masa global del proceso

Un lote de producción como el descrito en este capítulo se puede caracterizar de la siguiente manera:

- a) Los ingredientes son analizados para determinar la calidad requerida para luego ser pesados y transportados en equipos de fácil manipulación, manteniendo la inocuidad hacia un mezclador donde se agregan lentamente cada uno de los ingredientes pesados, luego de 20 minutos de mezclado el producto sale por la parte inferior del equipo de mezclado no reportando pérdidas de materia, luego es transportado hacia un tamiz vibratorio por medio de un transportador de tornillo sin fin, donde se reportan pérdidas mínimas por ensuciamiento de 0.015%.
- b) Para continuar el proceso de mezcla, este, es depositado en el tamiz donde se reportarán pérdidas mínimas del 0.025% debido a la calidad y efectividad en el proceso en la elaboración de suplemento alimenticio. El tamaño de partículas con diámetro menor al de la malla 80 son las requeridas para el producto, pues toda la materia prima cumple con esta característica y no sufriendo aglomeraciones en el proceso se transporta la materia ingresada a la siguiente etapa del proceso.
- c) Después del tamizado el producto es transportado en un segundo transportador de tornillo, donde se estiman pérdidas por ensuciamiento de 0.015%.
- d) La necesidad de este transportador, es para que el producto llegue bien homogenizado a la máquina que se encargará de envasarlo y sellarlo.

Tabla 3.7

Balances de masa del proceso por lote de producción.

Proceso principal: Elaboración de suplemento alimenticio	
Materia prima	Maltodextrina(M)=1,930.8Kg, Sacarosa(S) = 931.7Kg, Saborizante Banano(SB) =598.6 Kg, Polvo de hoja de Teberinto(PT)= 532.2Kg, B ₉ =0.08 Kg, K ₄ =0.04 Kg, Yoduro de potasio(Y)=0.04 Kg, Zinc(Z)=7.9Kg.
Proceso	Balance de masa
Pesado (corriente de entrada)	$S1=S2=S3=M+S+SB+PT+B_9+K_4+Y+Z$ $S1=S2=S3=40001.48\text{Kg}$
Mezclado	$S1=S2=S3=S4=4001.48\text{Kg}$
Trasporte - mezcla	$S5=S4-0.015\%$ $S5=4001.48- (0.00015 * 4001.48)$ $S5=4000.87\text{Kg}$
Tamizado	$S6=S5-S7$ Donde: $S7= (0.025\% * 4000.87\text{Kg})$ $S6=S5-0.025\%$ $S6=4000.87-(0.00025* 4000.87\text{Kg})$ $S6=3999.87\text{Kg}$
Transporte mezcla	$S8= S6- (0.00015 * 3999.87\text{Kg})$ $S8= 3999.87- (0.00015 * 3999.87\text{Kg})$ $S8=\text{Kg}$
Envasado y sellado	$S8=3999.6\text{Kg}$ Para 8,888 bolsas de 450g

a) Intensidad en el uso de mano de obra.

De acuerdo al sistema a implementar, este factor es para determinar el grado de automatización que tendrá la planta, la cual será semi-automatizada por dos razones:

- i. El automatizar todo el proceso conlleva un elevado costo económico, en cuanto a la inversión inicial requerida, podría exceder el presupuesto inicial.
- ii. La naturaleza del producto. Por esta razón se aplicará tecnología semi-automatizada para el proceso de elaboración del suplemento alimenticio.

b) Cantidad de turno de trabajo

El proyecto se basa en la elaboración de suplemento alimenticio, y como ya se ha definido, el proceso de elaboración es semi-automatizado, por lo cual se decide que es necesario un turno de 8 horas diarias para la elaboración del producto, en una jornada semanal de lunes a viernes para poder obtener la producción requerida, el viernes se destinará para realización de limpiezas profundas de equipos e infraestructura en la planta.

c) Maquinaria y equipo.

Para la maquinaria y equipo se requiere todo lo necesario para el tratamiento de procesos de mezclado, tamizado, envasado etc. que se enlistan a continuación:

- i. Mezcladora.
- ii. Tamizador.
- iii. Báscula.
- iv. Transportador de tornillo.
- v. Maquina envasadora y selladora.

3.3.3. Especificaciones de equipos utilizados en el proceso.

El equipo que se propone utilizar en la planta elaboradora del suplemento alimenticio, se describe en la Figura 3.4.

No.	Equipo	Uso	Características de diseño	Imagen
1	Báscula	Para pesar la cantidad de materia prima antes del proceso de mezclado.	Báscula contadora BC-35/PF6-200Kg capacidad de 200kg x 20g, Plataforma de 600 x 600 mm, Alimentación: 110W (Fuente de poder interna).	
1	Mezcladora	Utilizada específicamente para el proceso de mezclado de ingredientes para el suplemento alimenticio.	RIBBON BLENDER. Especialmente para mezclar polvos finos, tales como suplementos alimenticios, leche en polvo, etc. Potencia = 0.25HP, Capacidad: 30 Kg. Tiempo mezclado: 15 a 20 minutos. Mezcla 100% homogénea Materiales: Acero al carbón. Acero Inoxidable 304. Acero Inoxidable 316. Acabados sanitarios y pulidos Aprobados para alimentos y farmacéuticos. Dimensiones: 248x152x260cm	
2	Transportador de tornillo	Para transportar el polvo proveniente del proceso de mezclado.	Modelo GNSC14-24 D cubeta=0.3556m Potencia =15 KW Capacidad = 20 Kg/h Material acero de carbón, Longitud 48''	

Figura 3.4: Especificación de equipos utilizados en el proceso de elaboración del suplemento alimenticio.

Fuente: (Group Alibaba, 2017)

No	Equipo	Uso	Características de diseño	Imagen
1	Tamiz	Utilizado para tamizar el producto después del proceso de mezclado. Tamizador de grado alimenticio.	<p>Voltaje: 220 V/380 V Marca: Guofeng Modelo: XZS Peso: según diverso modelo de pantalla Energía (W): 400 W ~ 3700 W Diámetro: 1.10m, H=1.5m Certificación: ISO, CE, CCC. Dimensión (L*W*H) material: Acero al carbono, acero inoxidable 304,316. vibrante pantalla de malla: 2 ~ 325 de Malla Capa de tamiz vibratorio: 1 ~ 6 Capas.</p>	
1	Envasadora	Envasa el producto obtenido del proceso de tamizado.	<p>La máquina automática llenadora y selladora de bolsas, Cumple funciones automáticas de medición, producción de bolsa, llenado, sellado, impresión, corte y más. Es adecuada para el empaque de materiales en granos y polvos, como dosis médicas, o pastillas, azúcar, café. etc. El equipo más rápido de la línea Raumak.</p> <p>Material: acero de carbono SAE 1020. Ancho del paquete listo 50 mm a 205mm. Largo del paquete listo 80 mm a 300 mm. Diámetro máximo de la bobina 440 mm- 350mm capacidad de producción hasta 45 ppm (dependiendo del producto). Alimentación: Trifásica 220/380/440v - 50/60hz Consumo eléctrico: de 2,5 KW/h a 7 KW/h Dimensiones generales: 3330×1200×293mm.</p>	

Figura 3.4: Especificación de equipo utilizado en el proceso de elaboración del suplemento alimenticio. Continuación.

Fuente: (Group Alibaba, 2017)

3.4 Distribución en planta.

3.4.1. Generalidades de la distribución en planta.

La distribución en planta consiste en un proceso que se ha considerado que sea ordenado y óptimo para producir la cantidad que se estimó de bolsas de suplemento alimenticio mensualmente. El análisis de los equipos, el tamaño de la planta y la distribución se basan en la producción de suplemento. Dicha distribución incluye: el personal, equipo, almacenes, sistemas de mantenimiento de materiales y todos los otros servicios necesarios para diseñar la mejor manera posible la estructura que contendrá todas las consideraciones tomadas en cuenta para la producción. (Baca Urbina, 2010)

El ordenamiento de la planta se centra en la distribución de las áreas de trabajo del equipo, que sea más económica, para llevar a cabo el proceso productivo, al mismo tiempo, más segura y satisfactoria para el personal y para el entorno de la planta. Se hace necesario ordenar las materias primas, productos, personas, maquinaria y servicios auxiliares (mantenimiento, transporte, etc.). (Baca Urbina, 2010)

3.4.2. Mantenimiento aplicado a la planta.

La labor de mantenimiento dentro de la planta elaboradora de suplemento alimenticio está ligada a la prevención de accidentes y lesiones del trabajador, esto debido a que tendrá la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria y herramientas en la planta, lo que permitirá un mayor desempeño, desenvolvimiento y seguridad evitando riesgos de accidentes en el área de trabajo. (Baca Urbina, 2010)

El mantenimiento se realizará de forma preventiva cada semana, es en este momento donde se detectará si existe algún defecto en las instalaciones de producción que podría generar alguna falla en el proceso. (Baca Urbina, 2010)

3.4.3. Determinación de espacios en las áreas de procesamiento del producto.

Los requerimientos de espacio para cada sector de la planta elaboradora de suplemento alimenticio, serán determinados haciendo uso de la metodología “Normas de espacio” (Vanaclocha, 2005), teniendo como requerimiento las áreas ocupadas por cada uno de los equipos. De igual manera se toman parámetros establecidos por el reglamento técnico centroamericano, RTCA 67.01.33:66.

Tabla 3.8

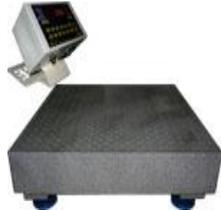
Área final por equipos de producción.

Equipo	Área original (m²)	Aumento Longitud A (m)	Aumento longitud B (m)	Área final A (m²)
Báscula	0.36	1.05	0.9	2.48
Mezclador	3.76	1.05	0.9	4.82
Transportador de tornillo	0.43	1.05	0.9	2.99
Tamiz	0.95	1.2	1.2	4.15
Envasadora y selladora	3.96	1.05	0.9	9.14

Fuente: (Baca Urbina, 2010)

Tabla 3.9

Resumen de las áreas de procesamiento productivo por equipo.

No.	Equipo	Área (m ²)	Imagen
1	Báscula	0.36	
1	Mezclador	3.76	
2	Trasportador de tornillo	0.43	
1	Tamiz	0.95	
1	Envasadora y selladora	3.96	

3.4.4. Determinación del área de trabajo.

Una vez determinada el área por equipo, mano de obra y proceso productivo se procederá a calcular el tamaño físico del área de trabajo las cuales se especifican a continuación

(Vanaclocha, 2005):

a) Área de recepción y embarque.

Se requiere un área considerable debido a la maniobra de los camiones que llevarán la materia prima, así como también el parqueo de los vehículos, por lo tanto, se asignará un área de 120 m².

b) Área de producción.

Se requiere de un tamaño suficiente para colocar los distintos equipos de proceso y el espacio donde circularán los operarios. Para el cálculo de área de producción se sumará el área de todos los equipos que se instalarán dentro de esta área.

Tabla 3.10

Área de producción utilizada por cada equipo y área total de producción.

Equipo	Área utilizada con normas de espacio (m²)
Tamizador	4.15
Básculas	2.48
Mezclador	4.82
2 transportadores de tornillo	5.98
Máquina envasadora	9.14
Σ	26.57 m²

Fuente: (Vanaclocha, 2005)

c) Área de oficinas administrativas.

En esta área se encontrará el personal administrativo, debido al poco personal en esta área de trabajo se le asignará un área de 25 m².

d) Área de mantenimiento.

Se requiere de un área necesaria para guardar las herramientas de trabajo, así como los instrumentos de limpieza por lo que se le asignará 8 m².

e) Área de control de calidad.

Es importante tener un área en la planta para tener los instrumentos utilizados para verificar la calidad del suplemento alimenticio por tanto se le asignara un área de 10 m².

f) Área de almacenamiento de materia prima.

Se tomará en cuenta la materia prima que se almacenará en mayor proporción, las cuales serán los ingredientes del suplemento; también en esta zona se tendrán almacenadas algunas cajas de cartón vacías, por lo que se le asignará un área de 14 m².

g) Área de almacenamiento de producto terminado.

Aquí se necesita un área suficientemente grande para colocar la producción y luego ser cargada hacia los camiones distribuidores del producto, considerando que se comenzará con 8,888 bolsas mensuales, y estas se almacenarán en cajas de 10 unidades, más un área extra para mejor circulación de operarios y posibilidades de expansión, se necesitarán 20 m².

h) Sanitarios en el área de producción.

Basados en el reglamento de construcción vigente en el país, debe existir un sanitario para 15 personas como máximo, se instalarán 2 sanitarios completos para diferentes sexos, con lavamanos y un área para colocar las gabachas, por lo que se asignará un área de 20 m².

i) Área de sanitarios para el área administrativa.

Se asignarán 2 sanitarios, por lo que se calcula un área de 8 m².

j) Área para comedor.

Se asignará un área pequeña, debido a que es poco el personal que labora en la planta, se le asignarán 15 m².

k) Área Vigilancia.

De acuerdo con reglamento de construcción vigente del país, el área mínima para un puesto de vigilancia es de 3 m², por lo que se le asignarán 4 m².

l) Área ocupada por los tanques de almacenamiento de agua

Para los tanques de almacenamiento de agua se asignarán 12 m², los tanques se utilizarán para abastecimiento de agua en los procesos de limpieza, previniendo los días que no hay flujo de agua.

En la Tabla 3.11 se presenta el resumen de las áreas de la planta productora de suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto.

Tabla 3.11

Áreas de la planta calculadas para la producción del suplemento alimenticio.

Áreas	m²
Área de recepción y embarque.	120
Área de producción	26.57
Área de oficinas administrativas.	25
Área de mantenimiento.	8
Área de control de calidad.	10
Área de almacenamiento de materia prima.	14
Área de almacenamiento de producto terminado.	20
Área de sanitarios del área de producción.	20
Área de sanitarios para personal administrativo	8
Área para comedor.	15
Área Vigilancia.	4
Área ocupada por los tanques de almacenamiento de agua	12
Áreas verdes y expansión	100
Σtotal	382.57 m²

Por tanto, en base al resumen de áreas presentado en la Tabla 3.11, se necesita un área de 382.57 m² para la instalación de la planta elaboradora de suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto para que esta pueda ser diseñada con el tamaño óptimo.

3.4.5. Distribución en planta aplicada.

En este punto se tomarán en cuenta todas las zonas de la planta, y la distribución que se proponga debe brindar las posibilidades de crecer físicamente y debe tomarse en cuenta la distancia a recorrer por los trabajadores y la materia prima. (Vanaclocha, 2005)

Para realizar la distribución en planta es necesario realizar el diagrama general de todas las actividades, para cada relación, existe un valor y unos motivos que lo justifican, la escala para la proximidad de las aproximaciones se presenta en la Tabla 3.12. (Vanaclocha, 2005)

Tabla 3.12

Nomenclatura de relación de actividades por proximidades entre las áreas de la planta.

	Proximidad	Color
A	absolutamente necesario	rojo
E	Especialmente imposible	Café
I	Importante	Verde
O	Ordinario	azul
U	Sin importancia	Negro
X	Indeseable	Negro

Fuente: (Vanaclocha, 2005)

3.4.6. Diagrama de relación de actividades aplicada a la planta elaboradora de suplemento alimenticio.

En la Figura 3.5 se puede apreciar la relación existente entre cada una de las áreas de la planta.

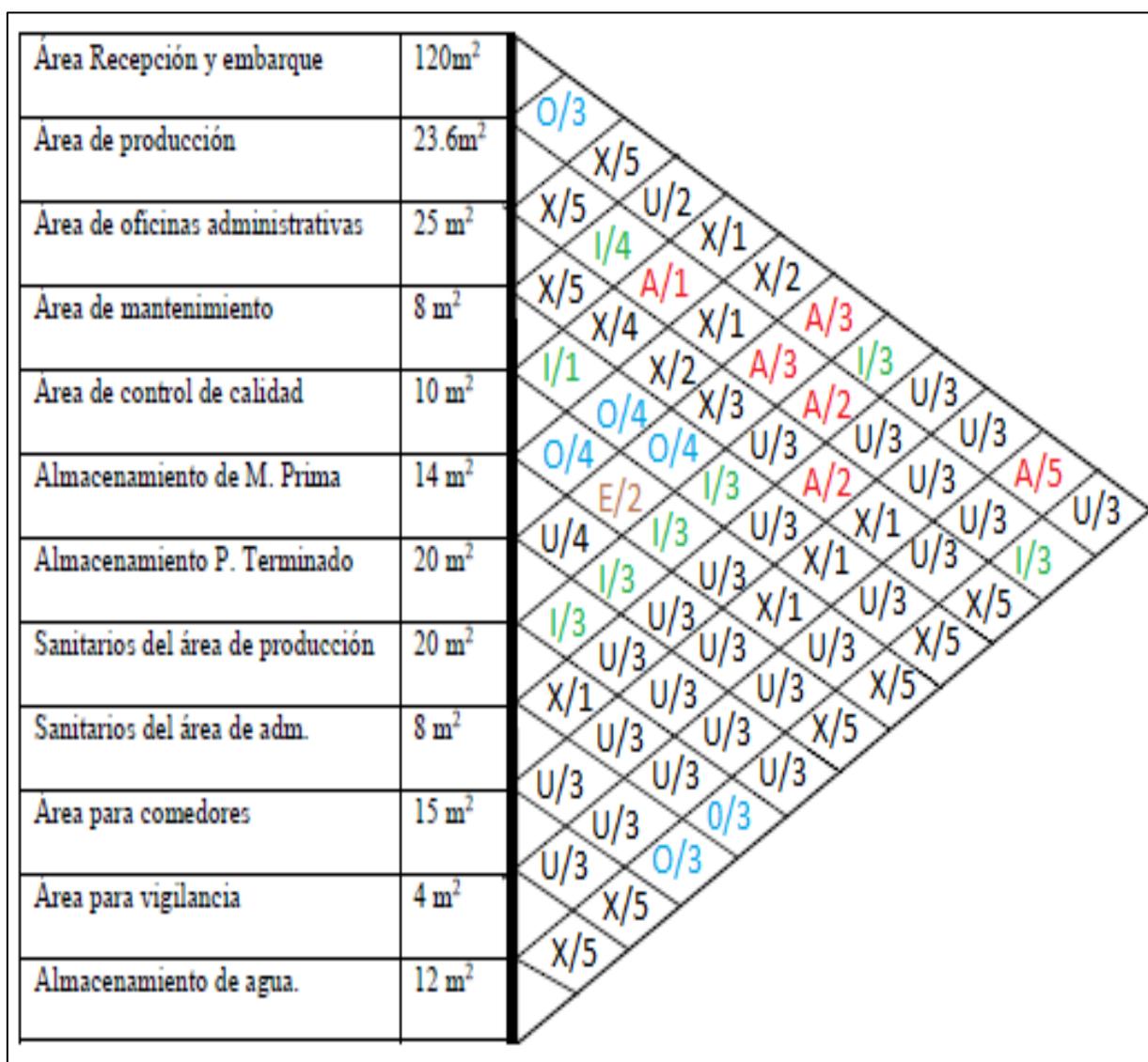


Figura 3.5: Diagrama de relación de actividades.

Fuente: (Vanaclocha, 2005)

El diagrama presentado en la Figura 3.5 representa la relación de cada una de las áreas determinadas en la distribución de la planta. Para ello en la Tabla 3.12 se muestra la nomenclatura utilizada indicando la proximidad entre cada una de las actividades, y a la vez se le asigna una letra y un color. En la Tabla 3.13 se muestran las justificaciones de cada relación que existe entre las áreas de la planta especificada.

Tabla 3.13

Nomenclatura de relación de actividades por Justificaciones.

N°	Justificación
1	Por control
2	Por continuidad del proceso
3	Por servicio
4	Por relación de actividades
5	Por seguridad

Fuente: (Vanaclocha, 2005)

3.5 Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura.

Las buenas prácticas de manufactura aplicadas al suplemento alimenticio de polvo de hojas de Teberinto, comprenderán un conjunto de elementos (Franco, 2012):

- a) Programa de higiene de equipos tales como: tamizador, báscula, mezclador, transportadores de tornillo, envasadora e instalaciones.
- b) Programa de higiene del personal manipulador de alimentos, entre ellas el lavado de manos adecuadamente, baño diario antes de comenzar la jornada, uniformes de trabajo limpio y en

buenas condiciones, el no uso de anillos relojes, y cualquier objeto que se pueda desprender con facilidad, entre otros que adelante se detallan en los siguientes epígrafes.

- c) Programa de control de salud del personal que se realiza cada seis meses.
- d) Programa de control de plagas de las instalaciones, para prevenir aparición de ratas, cucarachas y otro tipo de plagas que puedan afectar la inocuidad del suplemento.
- e) Programa de control de proveedores de materias primas, ya que de ello depende la calidad del suplemento alimenticio elaborado.
- f) Programa de control de calidad de agua, que debe cumplir con la NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA NSO 13.07.01:08 para el agua potable.

3.5.1 Higiene de equipos e instalaciones.

Las instalaciones para la producción del suplemento a base de hojas de Teberinto deberán ubicarse lejos de focos de infección que representen riesgo para la contaminación del suplemento, ser diseñada y construida de manera que proteja el ambiente de producción e impedir la entrada de polvo, lluvia, suciedad u otros contaminantes y ser construida de manera que faciliten las operaciones de limpieza y desinfección. (Mortimore & Wallace, 1994)

En las áreas de producción:

a) Pisos:

- i. Resistentes, no porosos, impermeables.
- ii. Acabados libres de grietas que dificulten la limpieza.
- iii. Con pendiente y drenajes para facilitar evacuación de líquidos.

b) Paredes:

- i. Impermeables, no absorbentes.

- ii. Acabados libres de grietas.
- iii. De fácil limpieza y desinfección.

c) *Techo:*

Será diseñado de tal forma que evite:

- i. Acumulación de polvo.
- ii. Condensación.
- iii. Desprendimiento superficial.

d) *Puertas:*

- i. De superficie lisa.
- ii. No absorbente.
- iii. De suficiente amplitud.

e) *Iluminación:*

Será adecuada, suficiente y uniforme para el proceso:

- i. 540 luces en todos los puntos de inspección.
- ii. 300 luces en las salas de trabajo.
- iii. 50 luces en otras zonas.

Lámparas y accesorios estarán protegidos.

f) *Control de la temperatura:*

En función de las operaciones que se llevarán a cabo, deberá contarse con instalaciones adecuadas para mantener la temperatura requerida en el proceso productivo.

g) *Calidad del aire y ventilación:*

Debe disponer de medios adecuados de ventilación para:

- i. Reducir al mínimo la contaminación del suplemento alimenticio transmitida por el aire.
- ii. Controlar los olores y la humedad.

h) Servicios sanitarios:

- i. Los servicios sanitarios para el uso del personal, deben ubicarse lejos del área de trabajo y contar con suficiente agua. (Vázquez & Franco, 2002)
- ii. Disponer de lavamanos para el uso del personal, con suficiente agua, toalla de papel y jabón desinfectante incoloro e inodoro.
- iii. Contar con un recipiente para depositar el papel toalla utilizado en el baño.

3.5.2 Programa de higiene del personal manipulador de alimentos.

Los manipuladores del suplemento alimenticio, para asegurar la inocuidad del mismo deben velar por un manejo adecuado del suplemento alimenticio y mantener buen aseo personal (Higiene, 2015):

El personal que manipule el suplemento es una fuente de contaminación debido a que éste puede portar gérmenes y puede trasladarlos durante las diferentes operaciones. (Higiene, 2015)

a) Prácticas higiénicas:

Es importante mantener la inocuidad del suplemento alimenticio a través del personal, asegurándose que el personal sea consciente en que deben de cumplir las prácticas de higiene para no ser causa de contaminación hacia el producto (Franco, 2012):

- i. Presentarse bañado a la jornada de trabajo.
- ii. Utilizar ropa limpia, camisa color claro con mangas, gorro o redecilla, gabacha o delantal color claro, zapatos cerrados adecuados al área de trabajo.
- iii. Evitar en el área de producción: comer estornudar, fumar, masticar chicle.

- iv. Utilizar el cabello recogido y cubierto por completo con cubrecabezas.
- v. Cabello, bigote y barba recortados.
- vi. No utilizar maquillaje.
- vii. Utilizar uñas cortas, limpias y sin esmalte.
- viii. No utilizar uñas ni pestañas postizas.
- ix. Lavarse las manos cada cambio de actividad, después de haber utilizado los servicios sanitarios, después de toser o estornudar y al inicio de la jornada laboral o al reincorporarse al puesto de trabajo.

3.5.3 Programa de control de salud del personal.

Todo el personal cuyas funciones estén relacionadas con la manipulación de los alimentos debe someterse a exámenes médicos previo a su contratación, la empresa deberá mantener constancia de salud actualizada, documentada y renovarse como mínimo dos veces al año. (Orellana, 2009)

No se permitirá el acceso a ninguna persona al área de manipulación del suplemento alimenticio de las que se sabe o se sospecha que padecen o son portadoras de alguna enfermedad que eventualmente pueda transmitirse por medio del suplemento. (Orellana, 2009)

3.5.4 Programa de control de plagas de las instalaciones.

El control de plagas como ratas, cucarachas y otras será preventivo, con el fin de evitar el problema y tener que hacer algún tratamiento más agresivo. (Portal de salud, 2015)

Plantear estrategias de limpieza y desinfección en las áreas de elaboración del suplemento alimenticio, con base en los parámetros establecidos (CatSalut, 2015):

- a) Se contará con un plan de control de plagas que incluya acciones al interior y exterior del establecimiento.
- b) Se reducirá al mínimo las probabilidades de infestación de plagas mediante:
 - i. Realización de buen saneamiento.
 - ii. Inspección de los materiales introducidos en las instalaciones.
 - iii. Vigilancia.

3.5.5 Programa de control de proveedores de materias primas.

La materia prima que se utilizará para la elaboración del suplemento alimenticio repercute directamente en la calidad del producto final elaborado; los ingredientes y los envases (embalajes) que estarán en contacto con el suplemento son también fundamentales en la calidad del suplemento. Es por ello, que se debe de llevar un control de proveedores que garantice que la materia prima utilizada reúna los requisitos de calidad e inocuidad establecidos. (Franco, 2012)

Es importante que el polvo de Teberinto y demás materia prima, reúna condiciones sanitarias para asegurar la inocuidad del suplemento. Ver materia prima en tabla 3.4. (Franco, 2012)

Las materias primas se deben almacenar ordenadamente de acuerdo a sus especificaciones, en condiciones de temperatura y humedad que ayude a mantenerlas en buenas condiciones para el momento de utilizarlas y se aplicará el sistema de “primeras entradas – primeras salidas” de materia prima. (Franco, 2012):

a) Limpieza y desinfección de áreas, utensilios y equipos:

- i. Las actividades de limpieza y desinfección se realizarán diariamente.
- ii. Se limpiará y desinfectará instalaciones como pisos, paredes, techos y áreas auxiliares, y utensilios como cristalería y los utilizados para preparación del suplemento.

- iii. Se usará toallas desechables para la limpieza de superficies.
- iv. Se establecerá un programa de limpieza y desinfección.

b) Almacenamiento:

- i. Se almacenará el suplemento alimenticio a la temperatura entre 25-30°C, humedad relativa menor a 50% y en condiciones higiénicas.
- ii. Durante su almacenamiento se dará importancia a la vida útil del suplemento alimenticio, para que este llegue en condiciones seguras al consumidor.

c) Transporte:

- i. Se considerará la protección del suplemento alimenticio durante el transporte.
- ii. Se realizará actividades de limpieza, reparación y funcionamiento en las unidades de transporte.
- iii. Se considerará las unidades para el transporte de suplementos, únicamente para esa actividad.

3.5.6 Programa de control de calidad del agua.

Garantizar que el agua que se utilice en la planta productora de suplemento alimenticio en la limpieza de superficies, objetos y materiales que puedan entrar en contacto con el suplemento alimenticio sea apta para el consumo humano que cumpla con la NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA NSO 13.07.01:08. (Gutiérrez, 2013)

Para ello deben utilizarse métodos como controles visuales, utilización de test rápidos de determinación del cloro residual libre, revisión de registros de ejecución de las actividades de limpieza y de mantenimiento, y realización de análisis de laboratorio; determinar los niveles de desinfectante residual presentes en el agua para valorar la eficacia de la desinfección y hacer análisis microbiológicos y químicos de la calidad del agua. (Gutiérrez, 2013)

3.5.7 Sustancias químicas a utilizar en la planta.

Tabla 3.14

Sustancias químicas a utilizar en la planta elaboradora del suplemento alimenticio.

Sustancias químicas	
Detergente líquido neutro	Limpiador a utilizar en la limpieza de utensilios y superficies de acero inoxidable.
Detergente ácido	Sustancia a utilizar para la desinfección de utensilios y superficies de acero inoxidable.
Jabón líquido	Sustancia a utilizar para el lavado de manos del personal.
Alcohol gel	Sustancia inodora e incolora a utilizar para la desinfección después del lavado de manos del personal.

3.5.8 Laboratorio de aseguramiento de calidad.

a) Personal:

Los ensayos microbiológicos se realizarán y supervisarán por una persona experimentada, calificada en microbiología o su equivalente. El personal deberá tener entrenamiento básico en microbiología y experiencia práctica relevante antes de ser autorizado a realizar el trabajo que implican los ensayos microbiológicos. (OMS, 2013)

La gerencia del laboratorio debe asegurar que todo el personal haya recibido un entrenamiento adecuado para la ejecución competente de los ensayos y el manejo de los equipos. Esto debe incluir entrenamiento en técnicas básicas, ej. Vertido de medio de cultivo en placas, recuento de colonias, técnica aséptica, preparación de medios, dilución en serie y técnicas

básicas de identificación, determinando la aceptabilidad con criterios objetivos cuando sea relevante. (OMS, 2013)

b) Medio ambiente

Los laboratorios microbiológicos deberán estar separados de otras áreas, especialmente del área de producción. (OMS, 2013)

Los laboratorios microbiológicos deben estar diseñados para adaptarse a las operaciones que se llevan a cabo en los mismos. Debe haber espacio suficiente para todas las actividades de manera tal de evitar confusiones, contaminación y contaminación cruzada. Deberá haber espacio suficiente y adecuado para las muestras, microorganismos de referencia, medios (con enfriamiento, si fuera necesario), ensayos y registros. Debido a la naturaleza de algunos materiales (ej. medios de cultivo estériles vs. microorganismos de referencia o cultivos incubados), puede ser necesario disponer de lugares de almacenamiento separados. (OMS, 2013)

Las actividades del laboratorio, tales como la preparación de la muestra, la preparación de medios de cultivo y de equipos y el recuento de microorganismos, deben estar segregadas en espacios diferentes o al menos por tiempos, con la finalidad de minimizar el riesgo de contaminación cruzada y los resultados falsos positivos o falsos negativos. Cuando se utilizan áreas no dedicadas se deben aplicar los principios de la gestión de riesgos. El ensayo de esterilidad siempre debe realizarse en un área de dedicación exclusiva. (OMS, 2013)

c) Reactivos y medios de cultivo

Los laboratorios deben asegurar que la calidad de los reactivos y los medios utilizados es apropiada para el ensayo en cuestión. (OMS, 2013)

Los laboratorios deben verificar la aptitud de cada lote de reactivos críticos para el ensayo, inicialmente y durante su vida útil. (OMS, 2013)

Los medios pueden prepararse en el laboratorio o comprarse, ya sea parcial o totalmente preparados. Los proveedores de los medios deben estar aprobados y calificados. (OMS, 2013)

d) Equipamiento

Cada equipo, instrumento u otro dispositivo utilizado para el análisis, verificación y calibración debe identificarse individualmente. (OMS, 2013)

Como parte de su sistema de calidad, el laboratorio debe tener un programa documentado para la calificación, calibración, verificación del desempeño y mantenimiento de sus equipos y un sistema para el monitoreo del uso de los mismos. (OMS, 2013)

- i. Balanzas analíticas.
- ii. Incubadoras.
- iii. Refrigeradoras.
- iv. Mesas de acero inoxidable.
- v. Cristalería.

3.5.9 Plano arquitectónico.

En la Figura 3.6 se muestra el plano arquitectónico, donde se aprecia la distribución de cada una de las áreas de la planta de producción del suplemento alimenticio basado en hojas de Teberinto.

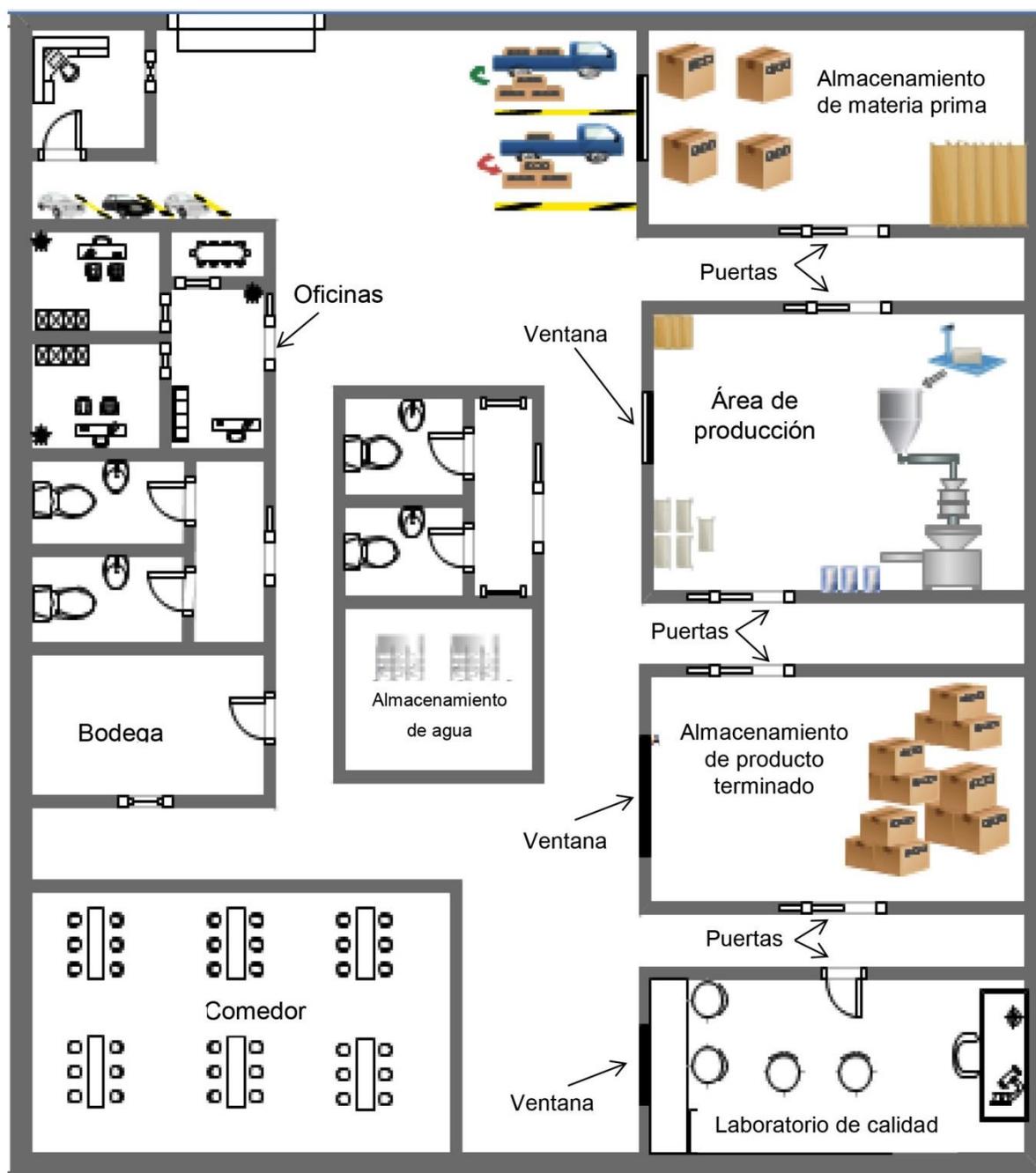


Figura 3.6: Plano arquitectónico.

El estudio de la planta elaboradora de suplemento alimenticio radica en la importancia de conocer los parámetros que se deben tomar en cuenta para poder elaborar un producto a escala industrial de forma más eficiente, tomando en cuenta todas las características influyentes.

Es importante hacer mención que el estudio de mercado realizado fue con el objetivo de determinar el precio del suplemento alimenticio, enfocándose en hacer referencia a los precios de los productos similares en polvo que se encuentran en el mercado salvadoreño actual; los costos de producción determinados son preliminares.

Así también se muestran los equipos utilizados en el diseño del proceso que se pueden dimensionar según la capacidad de producción que se requiera, de igual forma se presenta la propuesta del plano arquitectónico tomando en cuenta normativas de distribución en planta de alimentos haciendo una adecuada distribución y para prevenir contaminación cruzada entre materias primas y productos terminados.

CONCLUSIONES

- Con la determinación de la formulación óptima del suplemento alimenticio se logró desarrollar un producto de alto valor energético en base a los Valores Diarios Recomendados por la FDA, el cual contiene valores de: Proteína 2.58%, grasa total 0.81%, carbohidratos totales 8.28% y fibra 0.6% que contribuirá y ayudará a solventar la problemática de seguridad alimentaria y nutricional en El Salvador.
- Para determinar las condiciones de operación y proporción de ingredientes en el diseño y desarrollo del suplemento alimenticio se utilizó un diseño de experimentos con mezclas, el cual determinó 10 formulaciones diferentes, que posteriormente fueron analizadas mediante un análisis sensorial de aceptación para obtener la formulación óptima del suplemento (Muestra seis, M6) siendo esta la siguiente: maltodextrina 14.5g, sacarosa 6.9g, saborizante banana 4.5g, Teberinto 3,9g vitaminas y minerales 0.2g.
- Los análisis realizados de proteínas, grasas, fibra y carbohidratos, así como el cálculo de contenido de vitaminas y minerales, demuestran que el suplemento alimenticio en polvo formulado contribuye a complementar una alimentación deficiente de dichos nutrientes según los Valores Diarios Recomendados por la FDA.
- Los análisis microbiológicos elaborados al suplemento alimenticio en polvo reportan un valor aceptable dentro del rango establecidos por la RTCA 67.04.50:17 para el grupo de alimentos de regímenes especiales. Es decir, que los resultados obtenidos para *Salmonella spp* (ausencia), mohos (500 UFC/10g) y levaduras (500 UFC/10g), cumplen con los parámetros microbiológicos aceptables para que el alimento no represente riesgo para la salud humana, ya que se encuentran por debajo de los límites establecidos en normativas.

- Se determinó la vida de anaquel a la formulación óptima del suplemento alimenticio en polvo sometiénolo a condiciones de estrés de temperatura 40°C y humedad relativa 75%, la vida útil del producto se calculó de tres meses a temperatura ambiente por lo que se deduce que el material de empaque debe contener una mejor barrera a la humedad, ya que el efecto negativo principal fue la aglomeración de partículas de polvo por las altas condiciones de temperatura y humedad a las que fue sometido
- Se elaboró la ficha de especificación técnica del suplemento alimenticio, la cual es importante para poder distribuir el producto, debido a que esta describe los factores de calidad, fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos, además de las condiciones de almacenamiento y manejo del suplemento alimenticio en polvo, las cuales brindan los parámetros de su adecuado uso al consumidor.
- El diseño de la planta productora propuesta en la investigación tiene como fin no solo la elaboración del producto, sino también cumplir con normativas de calidad en la elaboración del producto con un procedimiento general, distribución en planta según estándares de calidad establecidos en las normativas BPM, HACCP Y PAS 220, asegurando la calidad del producto desde la recepción de materia prima hasta el final con la construcción y correcto equipamiento de un laboratorio de calidad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar nuevos sabores de suplemento alimenticio en polvo a base de la hoja de Teberinto para obtener más variedades y poder extender el mercado consumidor de productos que buscan el buen desarrollo nutricional de El Salvador.
- Fomentar las buenas prácticas agrícolas en las áreas rurales a nivel nacional para el establecimiento de cultivos de Teberinto, facilitando el acceso a la tecnología necesaria para modernizar y aprovechar las características beneficiosas que representa este árbol.
- Difundir la importancia de integración de sectores públicos y privados para el desarrollo ecológico, económico y social aportando a la buena nutrición con la innovación de productos alimenticios basados en el aprovechamiento industrial que ofrece el árbol de Teberinto, así como para difundir información sobre el cultivo
- Considerar la aportación que tienen los trabajos de investigación en el desarrollo y elaboración de nuevas alternativas alimentarias, debe haber un enfoque en la seguridad nutricional que ayude a contribuir al desarrollo económico y social de El Salvador.
- Se recomienda hacer un estudio experimental de empaque para el suplemento alimenticio en polvo para obtener un mejor resultado en la durabilidad del producto, debido a que en este trabajo de investigación se realizó un estudio teórico del empaque utilizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agarwal, V. (2016). *La Moringa: propiedades medicinales de esta hierba mágica*. Recuperado el 1 de Abril de 2017, de California College of Ayurveda:
<http://www.escuelaayurveda.com/recursos/articulos/moringa-propiedades-medicinales-hierbas-ayurveda>
- Álvarez García, J. (Julio de 2015). *Problemas Éticos en el Uso de Suplementos Nutricionales. (Trabajo de grado. Universidad de Alicante)*. Recuperado el 15 de Abril de 2017, de Repositorio bibliográfico:
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/48769/1/Problemas_eticos_en_el_uso_de_suplementos_nutricional_ALVAREZ_GARCIA_JULIAN.pdf
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (Sexta Edición ed.). México D. F.: McGrawHill.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos, 4º Edición, Grupo Herdez S. A. de C. V.* Recuperado el 17 de Mayo de 2017, de booksmedicos.org:
<https://deymerg.files.wordpress.com/2013/07/quimica-de-los-alimentos1.pdf>
- BCR. (2016). *Evolución del Comercio Exterior de El Salvador*. Recuperado el 10 de Julio de 2017, de Gerencia de Estadísticas Económicas, Revista trimestral:
http://www.bcr.gob.sv/esp/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=288
- Beltranena Martínez, R. E., González Cornejo, C. A., y Ramos Vásquez, J. I. (Marzo de 2012). *Estudio de Ingeniería Sostenible para la Producción de Agua Envasada Enriquecida con Micronutrientes como Suplemento Alimenticio para las Poblaciones con Anemia en El Salvador. (Trabajo de grado. Universidad de El Salvador)*. Recuperado el 7 de Junio de 2017, de Repositorio Universitario:
http://ri.ues.edu.sv/2069/1/Estudio_de_ingemier%C3%ADa_de_Ingenier%C3%ADa_sostenible_para_la_producci%C3%B3n_de_agua_ensada_eneiquecida_con_micronutrientes_como_suplemento_alimenticio_para_las_poblaciones_con_anemia_en_El_Salvador.pdf

- Cáceres Montes, C. M., y Díaz Ayala, J. C. (2005). *Propuesta de tratamiento de aguas de desecho de una industria química de adhesivos utilizando extracto acuoso de la semilla de Moringa oleifera (Teberinto)*. (Trabajo de grado. Universidad de El Salvador). Recuperado el 25 de Marzo de 2017, de Repositorio Universitario:
<http://ri.ues.edu.sv/9599/>
- Caldera Pinto, Y. (2011). *Legislación de los Complementos Alimenticios en América Latina*. Recuperado el 13 de Abril de 2017, de MySphere Nutracéticos:
http://infoalimentario.com/web/Infoalimentario/Documentos-de-interes/Suplementos/4-JUSTE_cuadernillo.pdf
- Caldera, Y. (Agosto de 2010). *Suplementos Alimenticios. La situación en las Américas*. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de infoalimentario.com:
<http://infoalimentario.com/web/Infoalimentario/Documentos-de-interes/Suplementos/6-Suplementos-Alimenticios%20-Situacion-en-las-Americas.pdf>
- Canal de Nutrición. (14 de Noviembre de 2011). *Clasificación de los Suplementos Alimenticios*. Recuperado el 2 de Abril de 2017, de <https://www.canalnutricion.com/clasificacion-de-los-suplementos-alimenticios/>
- Canett, R., Arvayo, K., y Ruvalcaba, N. (2014). *Aspectos tóxicos más relevantes de Moringa oléifera y sus posibles daños*. Universidad de Sonora. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de Biotecnia, Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud:
<http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/viewFile/45/41>
- CatSalut. (2015). *Programa de limpieza y desinfección*. Recuperado el 8 de Agosto de 2017, de Agencia de Salud Pública de Cataluña:
https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety_fh_guidance_cleaning-and-desinfection_en.pdf
- Chambouleyron, M., Arena, A. P., y Pattini, A. (2010). *Instituto de Ciencias Humanas y Sociales, Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda*. Recuperado el 10 de Abril de 2017, de Diseño de productos y desarrollo sustentable. Estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida:
<http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2000/2000-t007-a003.pdf>

Codex Alimentarius. (2007). *Norma general del Codex para el etiquetado de los alimentos preenvasados*. FAO, Departamento de Agricultura. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de Depósito de documentos de la FAO:

<http://www.fao.org/docrep/005/y2770s/y2770s02.htm>

Contreras Funes, S. R., Ohoa Hernández, C. A., y Ramírez Martínez, A. A. (Agosto de 2009).

Estudio de factibilidad técnico económico para la agroindustrialización de los productos derivados del árbol de Teberinto (Moringa oleífera) en El Salvador. (Trabajo de grado) Universidad de El Salvador. Recuperado el 12 de Septiembre de 2017, de Repositorio Institucional:

<http://ri.ues.edu.sv/4018/1/Estudio%20de%20factibilidad%20t%C3%A9cnico%20econ%C3%B3mico%20para%20la%20agroindustrializaci%C3%B3n%20de%20los%20productos%20derivados%20del%20%C3%A1rbol%20de%20Teberinto%20%28Moringa%20ole%C3%ADfera%29%20en%20El%20Salvador.pdf>

Devia, E. (2007). *Desarrollo de nuevos productos*. (D. d. EAFIT., Editor) Recuperado el 10 de Abril de 2017, de Grupo de Investigación, Desarrollo y Diseño de Procesos y Productos:

<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/cuadernos-investigacion/article/viewFile/1284/1163>

Domínguez Deras, A. Y. (2017). *Formulación y métodos de conservación de una bebida a partir de la hoja de Teberinto, (Moriga oleífera). (Trabajo de grado. Universidad de El Salvador)*. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de Repositorio Bibliográfico:

<http://ri.ues.edu.sv/12797/>

EcuRed. (Mayo de 2017). *Materia Prima*. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de EcuREd, Conocimiento con todos y para todos:

https://www.google.com.sv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiwwbvFhYTUAhVHJCYKH5JBoQQFgggMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.ecured.cu%2FMateria_prima&usq=AFQjCNHeedKnNxxkWRPMgqssb6WJoMmkRAA

- Enríquez, R. (Noviembre de 2013). *Productos Nutricionales con Alto Valor Nutricional en la Amazonía Boliviana*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de SciELO:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1990-74512013000200007&script=sci_arttext&tlng=es
- Espinoza Manfugás, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana, Cuba: Universitaria.
- FAO. (Junio de 2002). *Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de <http://www.fao.org/worldfoodsummit/sideevents/papers/y6656s.htm>
- FDA, U. F. (Octubre de 2009). *Cálculo del porcentaje de valor diario (VD) para los nutrientes*. Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de Guía para la industria: Guía de etiquetado de alimentos FDA:
<https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247936.htm>
- Folkard, G., y John, S. (1996). *Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades*. Recuperado el 6 de Abril de 2017, de Avances de Investigación. Agroforestería en Las Américas: <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>
- Franco, A. (2012). *Buenas Practicas de Manufactura en la preparacion y servicio de alimentos*. Recuperado el 5 de Agosto de 2017, de Dirección de innovación y calidad:
<http://www.innovacion.gob.sv/docs/charlaservicioalcliente/PresentacionBPMSectorTurismo.pdf>
- Fuentes, M. (Junio de 2016). *Uso del Pollo de Engorda como Modelo para Evaluar el Potencial Nutricional, Nutracético y Toxicológico de la Hoja de Moringa Oleífera. (Trabajo de Grado. Unviersidad Autónoma de Aguascalientes)*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de Repositorio Bibliográfico:
<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/891/410297.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- García Torres, A. G., Martínez Cubías, R. K., y Rodríguez Díaz, I. A. (2013). *Evaluación de los usos potenciales del Teberinto (Moringa oleífera) como generador de materia prima para la industria química (Trabajo de grado, Universidad de El Salvador)*. Recuperado el 2017, de Repositorio Bibliográfico:
<http://ri.ues.edu.sv/3167/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20los%20usos%20potenciales%20del%20Teberinto%20Moringa%20ole%C3%ADfera%20como%20generador%20de%20materia%20prima%20para%20la%20industria%20qu%C3%ADmica.pdf>
- Giraldo Gómez, G. I. (1999). *Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. (Trabajo categoría profesor asociado) Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales*. Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de bdigital.unal:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/51276/1/metodosdeestudiodevidadeanaqueldelosalimentos.pdf>
- Group Alibaba. (2017). *Global trade starts here*. Recuperado el 29 de Agosto de 2017, de Alibaba.com:
<https://spanish.alibaba.com/?spm=a2700.8699010.a2728m.36.1a42b2efLLBMRZ>
- Guevara M., J. R., y Rovira Q., M. G. (2012). *Caracterización de tres extractos de Moringa oleífera y evaluación de sus condiciones de infusión en sus características fisicoquímicas*. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de bdigital zamorano:
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1005/1/AGI-2012-T022.pdf>
- Gutiérrez Pulido, H., y De la Vara Salazar, R. (s.f.). *Análisis y Diseño de Experimentos (2a ed.)*. México: McGraw-Hill Editores. Recuperado el 8 de Junio de 2017, de McGraw-Hill Interamericana.
- Gutiérrez, P. (Enero de 2013). *Plan de Control del Agua*. Recuperado el 6 de Agosto de 2017, de Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola:
<http://es.slideshare.net/angelestrada5555/tema-5-plan-de-control-de-agua>
- Higiene. (2015). *Higiene y manipulación de alimentos*. Obtenido de
<https://es.scribd.com/doc/225517882/Control-de-Plagas-y-Residuos>

- Lerma Kirchner, A. E. (2010). *Desarrollo de nuevos productos. Una visión integral*. Recuperado el 10 de Abril de 2017, de https://books.google.com.sv/books?id=LoffvfnKz_UC&pg=PR13&dq=concepto+de+productos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj6j5Cdh7HTAhVMfiYKHZgJB_g4KBD0AQg9MAY#v=onepage&q=concepto%20de%20productos&f=false
- LGL. (2017). *Materias primas alimenticias*. Obtenido de LGL S.A. de C.V.: <http://www.lgl.com.sv>
- Licata, M. (2017). *Nutrición Vitaminas*. Recuperado el 24 de Junio de 2017, de Zonadiet: <http://www.zonadiet.com/nutricion/vitaminas.htm>
- Lobos Araneda, S. A. (2011). *Formulación y desarrollo de un producto en polvo para deportistas de resistencia (Trabajo de grado, Universidad de Chile)*. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de Repositorio Bibliográfico: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115683/lobos_sa.pdf?sequence=1
- Longevus. (2017). *Alimentación Minerales*. Recuperado el 25 de Junio de 2017, de Zonadiet: <http://www.zonadiet.com/alimentacion/l-minerales.htm>
- Mathur, B. (2005). *Trees for Life*. Recuperado el 18 de Mayo de 2017, de http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp%28screen%29.pdf
- McCabe, W. L., Smith, J. C., y Harriot, P. (1998). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química (Cuarta edición)*. Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana.
- MedlinePlus. (2017). *Vitaminas*. Recuperado el 24 de Junio de 2017, de MedlinePlus, Información de salud para usted: <https://medlineplus.gov/spanish/vitamins.html>
- Mendoza Castro, E. A. (20 de Diciembre de 2012). *Diario Oficial, Tomo N° 397*. Recuperado el 16 de Abril de 2017, de http://santatecla.gob.sv/transparencia/documentos/REFORMA%20ORDENANZA%20DE%20TASAS%2020%20DICIEMBRE%20%202012%20PAG%20155%20158_9678.pdf

- Miranda, F., Rubio, S., Chamorro, A., y Bañegil, T. (2012). *Manual de Dirección de Operaciones. Universidad de Extremadura, España*. Recuperado el 16 de Abril de 2017, de Paraninfo: https://books.google.es/books?id=0-KADQAAQBAJ&pg=PA92&lpg=PA92&dq=dise%C3%B1o+y+desarrollo+de+nuevos+productos+alimenticios+aspecto+medioambiental&source=bl&ots=Su0HKZW6Ok&sig=c4PDhW6pXug5zXBLbR0fVGEODus&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj-oI-E_qzTAhXMSSYKHTBoBVsq6AE
- Montesinos, S. (2010). *Moringa oleífera. Un Árbol Promisorio para la Ganadería*. Recuperado el 15 de Abril de 2017, de Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA): <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2010/REVISTA%2002/22%20MORINGA.pdf>
- Mortimore, S., y Wallace, C. (1994). *HACCP: Enfoque práctico*. Zaragoza: Acribia, S. A.
- Muñoz Rojas, A. G., Vega Viera, J. A., y Vera Mostaceros, J. C. (2014). *Determinación de análisis proximal de productos alimenticios, Universidad Nacional del Santa, Perú*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de Agroindustria: <https://es.slideshare.net/vegabner/determinacin-de-analisis-proximal-de-productos-alimenticios>
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2015). *Mezclas en polvo para preparar refrescos. NTE INEN 2471:2015 Primera Revisión*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de INEN Servicio Ecuatoriano de Normalización: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/nte_inen_2471.pdf
- Nutrilite. (2017). *Amway*. Recuperado el 10 de Julio de 2017, de Nutrición, alimentación balanceada: <https://www.amway.com.mx/downloads/hojas/110415.pdf>
- OMS. (2013). *Buenas prácticas de la OMS para laboratorios de microbiología farmacéutica*. Recuperado el 5 de Agosto de 2017, de Red Panamericana de Armonización de la Reglamentación Farmacéutica: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=19765&Itemid=270

- Orellana, K. (Mayo de 2009). *Manejo de residuos sólidos y control de plagas*. Obtenido de <http://cebicheria-wwwdeliciasmarinas.blogspot.com/2009/05/fase3-manejo-de-residuos-solidos-y.html>
- Petrucci, R., Harwood, W., y Herring, G. (2003). *Química General*. Obtenido de Química General. Octava edición, Madrid, Prentice Hall Editorial, Versión digital.: <https://extensionquimica.files.wordpress.com/2012/08/quimica-general-petrucci1.pdf>
- Polimeni, R., Fabozzi, F., y Arthur, A. (1997). *Contabilidad de Costos. (Tercera Edición)*, Editorial McGraw-Hill, Santa Fé de Bogotá, (Versión Digital). Obtenido de <https://fgonzalezortega.files.wordpress.com/2014/09/contabilidad-de-costos-ralph-polimeni-fabozzi-adelberg-y-kole-1.pdf>
- Portal de salud. (22 de Diciembre de 2015). *Portal de Salud*. Obtenido de Sistema APPCC y Prácticas Correctas de Higiene: http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1142398182108&pagename=PortalSalud%2FPa%2Fge%2FPTSA_pintarContenidoFinal#Top
- Posada, L. (Febrero de 2017). *FAO: Más desnutrición y pobreza en El Salvador*. Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de ContraPunto-El Salvador: http://archivo.archivoscp.net/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=1132
- Proteinol, S. A. (2017). *Laboratorio Solaris*. Recuperado el 10 de Julio de 2017, de <http://la-libertad-li.all.biz/suplemento-alimenticio-proteinol-g4596#.WX-sA7ZJIH0>
- Ramírez, Á., y Vásquez, D. (Julio de 2014). *Elaboración de bebida refrescante y nutritiva a base de Stevia (Stevia rebaudiana) y Moringa (Moringa oleífera) como una alternativa para la agroindustria de El Salvador. (Trabajo de Grado. Universidad "Dr. José Matías Delgado"*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de Repositorio Bibliográfico: <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0001972-ADTESRE.pdf>

- Reyes Sánchez, N. (2004). *Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2016, de Universidad Nacional Agraria, Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado. Guía Técnica No. 5: http://www.underutilized-species.org/Documents/PUBLICATIONS/marango_manual_lr.pdf
- Rivas, M., López, J., Miranda, A., y Sandoval, M. (2012). *Sustitución Parcial de Harina de Sardina con Moringa Oleífera en Alimentos Balanceados para Juveniles de Tilapia (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus) Cultivada en Agua de Mar*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2016, de Revista Biotecnia: <http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/19-SUSTITUCI%C3%93N%20PARCIAL%20DE%20HARINA%20DE%20SARDINA%20.pdf>
- Rodríguez Ibañez, W. J. (2010). *Evaluación de bloques multinutricionales con tres niveles de follaje de teberinto (Moringa oleífera) como fuente proteica, sobre el consumo y el rendimiento en canal de conejos en fase de engorde. (Trabajo de grado, Universidad de El Salvador)*. Recuperado el 25 de Marzo de 2017, de Repositorio Universitario: <http://ri.ues.edu.sv/1837/1/13100844.pdf>
- RTCA. (2010). Etiquetado General de los Alimentos previamente envasados. *Contribuyendo a Garantizar La Transparencia en la Reglamentación Técnica*, 8.
- RTCA. (2017). *Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. RTCA 67.04.50:17, 1ra. Revisión, Sección 13.5*. Obtenido de osartec.gob.sv: <http://osartec.gob.sv/index.php/component/jdownloads/finish/62-documentos-rtca/789-rtca-criterios-microbiologicos?Itemid=0>
- Sánchez, P., Martínez, Á., Sinagawa, G., y Vázquez, R. (2013). *Moringa oleífera; Importancia, funcianlidad y estudios involucrados*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2016, de Revista Científica AQM Acta Química Mexicana, de la Universidad Autónoma de Coahuila: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%209/5.-%20moringa.pdf>

- Torres Funes, H. Y., y Zaldaña de Escobar, M. R. (Mayo de 2017). *Determinación de la vida de anaquel de horchata de morro elaborada artesanalmente y evaluación del tipo de empaque para su conservación. (Trabajo de Grado) Universidad de El Salvador.* Recuperado el 01 de Noviembre de 2017, de Repositorio Institucional:
<http://ri.ues.edu.sv/13501/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20vida%20de%20Anaquel%20de%20Horchata%20de%20Morro%20elaborada%20artesanalmente%20y%20evaluaci%C3%B3n%20del%20tipo%20de%20empaque%20para%20su%20conservaci%C3%B3n.pdf>
- Trees for Life. (2005). *Árboles para la Vida, Organización sin fines de lucro.* Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de
[http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp\(screen\).pdf](http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp(screen).pdf)
- tuElSalvador.com. (2017). *Ensure, Suplemento Alimenticio.* Recuperado el 10 de Julio de 2017, de tuElSalvador.com:
https://www.tuelsalvador.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=2894&category_id=173&option=com_virtuemart&Itemid=60
- Vanaclocha, A. C. (2005). *Diseño de industrial agroalimentarias* (Sexta Edición ed.). México D. F.: McGrawHill.
- Vázquez, B., y Franco, C. (Agosto de 2002). *Laboratorio de Higiene, Inspección y Control.* Obtenido de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control de Alimentos, Dpto. de Química Analítica, Nutrición y Bromatología:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/w8088s/w8088s04.pdf>
- Vidal Carou, C., y Veciana Nogués, T. (2011). *Alimentos Enriquecidos y Complementos Alimenticios.* Recuperado el 2 de Abril de 2017, de Manual Práctico de Nutrición y Salud:
https://www.kelloggs.es/content/dam/newton/media/manual_de_nutricion_new/Manual_Nutricion_Kelloggs_Capitulo_09.pdf

ANEXOS

Anexo A

Fichas de especificación técnica de los ingredientes.

Se presentan las especificaciones técnicas de cada uno de los ingredientes utilizados en la elaboración del suplemento alimenticio.

Tabla A-1

Ficha de especificación técnica de la maltodextrina.

Especificación general	La Maltodextrina, es un polvo de carbohidratos blanco, blando, de baja dulzura, tiene alta solubilidad y dispersabilidad, obtenido del maíz, a pesar de sus bajas características higroscópicas es un extensor y aportador de sólidos ideal.
Análisis Químico	Análisis Microbiológico
DE (Dextrosa): 9.0 – 12.0 Humedad: 6.00 % Max Solubilidad: >98 Arsénico (As): <0.5 Minerales: 0.6 % pH: 4.0 – 6.0	Bacilos: < 3000 Coliformes: < 30 ufc/g Salmonella: Ausencia Hongos y levaduras: 50 ufc/g
Composición típica de los carbohidratos	Monosacáridos: 0.8% Disacárido: 2.9% Trisacáridos: 4.4 % Tetra sacáridos: 3.8 % Penta sacáridos y superiores: 88.1%
Almacenaje y Manipuleo	Almacenar en un ambiente seco y fresco a temperaturas menores a los 25°C y a una humedad relativa menor al 60%. Abierta la bolsa debe tenerse cuidado de sellar el empaque de polietileno para prevenir la captación de humedad. El tiempo de vida útil es mínimo de 12 meses.

Fuente: (Badui Dergal, 2006)

Tabla A-2

Ficha de especificación técnica de la sacarosa.

Especificaciones generales	Sinónimo: sucrosa, azúcar de mesa Formula molecular: $C_{12}H_{22}O_{11}$ Peso molecular: 342,30
Descripción	Disacárido compuesto por glucosa y fructosa obtenido de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L., fam. Gramíneas), que la contiene en un 15 – 20 %, o de la raíz de la remolacha azucarera (<i>Beta vulgaris</i> L. var. rapa, fam. Quenopodiáceas), que la contiene en un 10 – 17 %
Dato físicos-químicos	Polvo cristalino blanco o casi blanco, o cristales brillantes, incoloros o blancos o casi blancos. Muy soluble en agua, poco soluble en etanol al 96%, prácticamente insoluble en etanol anhidro. Punto de fusión: 160 – 186 °C.
Propiedades y usos	La sacarosa es hidrolizada en el intestino delgado a fructosa y glucosa, que son absorbidas. Es edulcorante y demulcente, Aumenta la viscosidad y palatabilidad de los líquidos, Se usa también como excipiente para comprimidos y grajeas, para jarabes, y como agente suspensor y viscotizante. Se ha empleado en solución al 30 % en colirios para el edema corneal. Las soluciones acuosas pueden esterilizarse por autoclave o por filtración aséptica Dosificación: En jarabes orales: al 50 – 67 % (habitualmente al 64 %). Como agente de recubrimiento de comprimidos: al 50 – 67 %. Como edulcorante: al 67 %. Como agente para granulación húmeda: al 50 – 67 %. Como agente para granulación seca: al 2 – 20 %.

Fuente: (Badui Dergal, 2006)


S.A. DE C.V.

HOJA TÉCNICA DE SABOR BANANO EN POLVO

APARIENCIA: Polvo Blanco.

PROPIEDADES FÍSICAS:
pH: 6 - 7

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS:
OLOR Y SABOR: Fuerte característico a Banano.

INGREDIENTES: Dextrosa, aroma a banano y carbonato de calcio como secante y ácido fumárico.

EMPAQUADO: Bolsa plástica de polipropileno de 450 gramos.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:
Lugar fresco y seco manteniendo el envase bien cerrado, siguiendo las buenas practicas de manufactura.

VIDA ÚTIL: 1 año.

DOSIFICACIÓN: 1% a 2% sobre el peso total

Sitio Web: www.lgl.com.sv
 Email: lgl@navegante.com.sv

2a. Calle Ote. No. 26, Mejicanos,
 San Salvador, El Salvador, C. A.
 Teléfonos: (503) 2286-2063, 2286-2064
 2286-2065

Figura A-1: Ficha de especificación técnica del saborizante de banano en polvo.

Fuente: (LGL, 2017)

LGL S.A. DE C.V.

HOJA TÉCNICA DE SABOR TUTTI FRUTTI EN POLVO

APARIENCIA: Polvo color blanco.

PROPIEDADES FÍSICAS:
pH: 6 - 7

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS:
OLOR Y SABOR: Fuerte característico a Tutti Frutti.

INGREDIENTES: Dextrosa, aroma a tutti frutti, carbonato de calcio como secante y ácido fumárico.

EMPACADO: Bolsa plástica de polipropileno de 450 gramos.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:
Lugar fresco y seco manteniendo el envase bien cerrado, siguiendo las buenas practicas de manufactura.

VIDA ÚTIL: 1 año.

DOSIFICACIÓN: 1 % a 2% sobre el peso total.

Sitio Web: www.lgl.com.sv
E-mail: lgl@navegante.com.sv

2a. Calle Ote. No. 26, Mejicanos.
San Salvador, El Salvador, C. A.
Teléfonos: (503) 2286-2063, 2286-2064
2286-2065

Figura A-2: Ficha de especificación técnica del saborizante de tutti-frutti en polvo.

Fuente: (LGL, 2017)

Anexo B

Guía de laboratorio para elaboración de suplemento alimenticio.

Guía de laboratorio para la elaboración de suplemento alimenticio.

Introducción

El suplemento alimenticio es uno de los alimentos que está teniendo resultados favorables en el mercado, debido a que los suplementos sirven para complementar la dieta del valor de referencia diario mayormente de vitaminas y minerales.

Suplemento alimenticio: Se conoce como Suplemento alimenticio a la sustancia o mezcla de sustancias destinadas a ser ingeridas por la vía oral para complementar los nutrientes presentes normalmente en los alimentos, éstas pueden ser vitaminas, minerales, aminoácidos, carbohidratos, proteínas, grasas o mezclas de estas sustancias con extractos de origen vegetal, animal o enzimas, excepto hormonas y su combinación con vitaminas. El término es sinónimo de complemento alimenticio, suplemento nutritivo, suplemento dietético y suplemento vitamínico. (Mendoza Castro, 2012).

Para la elaboración del suplemento alimenticio se debe tener en cuenta algunos detalles en cuanto al comportamiento de los ingredientes a utilizar, para obtener un producto de óptima calidad.

En esta cartilla se presentan las indicaciones que le ayudarán a obtener una buena calidad y un mejor rendimiento en la producción de suplemento alimenticio.

OBJETIVOS:

Objetivo general.

- ❖ Elaborar el suplemento alimenticio a partir de las diferentes formulaciones tomando en cuenta el diseño del proceso y manteniendo el control de calidad e inocuidad en todas las etapas de elaboración.

Objetivo específico.

- ❖ Obtener un suplemento alimenticio de calidad.
- ❖ Implementar las buenas prácticas de manufactura en la elaboración del suplemento alimenticio a elaborar.
- ❖ Determinar el tiempo óptimo de mezclado de los ingredientes tomando en cuenta la sucesión de adicionamiento según su porcentaje en el tamaño de producción.
- ❖ Determinar la calidad y aceptabilidad de los 2 sabores a elaborar de suplemento alimenticio mediante la evaluación de un análisis sensorial.

Suplemento alimenticio:

El suplemento alimenticio por elaborar es a base del aprovechamiento de la hoja de teberinto debido al gran potencial que tiene en la proporción de vitaminas, minerales y aminoácidos que aportan un gran beneficio a la salud del ser humano.

Se elaborarán suplementos de dos sabores para determinar mediante la degustación de un panel sensorial cual tienen mayor aceptabilidad.

A continuación, se presentan una serie de formulaciones que se han obtenido mediante un diseño de mezclas de vértices extremos para cada uno de los dos sabores a evaluar, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1.

Formulaciones para la elaboración el suplemento alimenticio sabor banano.

PUNTO	Componentes variables				Componente fijo
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	V y M
1	0,54	0,2333	0,1266	0,1	0,0000204
2	0,54	0,2333	0,0999	0,1267	0,0000204
3	0,54	0,22657	0,13333	0,1	0,0000204
4	0,54	0,19	0,13333	0,13657	0,0000204
5	0,53327	0,2333	0,13333	0,1	0,0000204
6	0,48337	0,2333	0,13333	0,1499	0,0000204
7	0,54	0,2101	0,0999	0,1499	0,0000204
8	0,54	0,19	0,12	0,1499	0,0000204
9	0,5168	0,2333	0,0999	0,1499	0,0000204
10	0,52667	0,19	0,13333	0,1499	0,0000204

Dónde:

X₁: representa las proporciones de maltodextrina que se debe agregar a cada formulación.

X₂: representa las proporciones de sacarosa

X₁: representa las proporciones de teberinto

X₁: representa las proporciones de saborizante banano

V y M: representa la proporción constante de vitaminas y minerales

Tabla 2.

Formulaciones para la elaboración el suplemento alimenticio sabor tutifruti

PUNTO	Componente variable				Componente fijo
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	V y M
1	0,56	0,2333	0,1233	0,0833	0.0000204
2	0,56	0,2333	0,0999	0,1067	0.0000204
3	0,56	0,2233	0,1333	0,0833	0.0000204
4	0,56	0,1967	0,1333	0,1099	0.0000204
5	0,55	0,2333	0,1333	0,0833	0.0000204
6	0,5134	0,2333	0,1333	0,1199	0.0000204
7	0,56	0,2201	0,0999	0,1199	0.0000204
8	0,56	0,1967	0,1233	0,1199	0.0000204
9	0,5468	0,2333	0,0999	0,1199	0.0000204
10	0,55	0,1967	0,1333	0,1199	0.0000204

Donde:

X₁: representa las proporciones de maltodextrina que se debe agregar a cada formulación.

X₂: representa las proporciones de sacarosa

X₁: representa las proporciones de teberinto

X₁: representa las proporciones de saborizante banano

V y M: representa la proporción constante de vitaminas y minerales

En la tabla 1 y 2 anterior podemos visualizar que existen 4 variables X₁, X₂, X₃, X₄ y también hay un componente fijo “(V y M)”. Con estos datos se proceda a elaborar cada una de las 10 formulaciones respetando las proporciones de cada ingrediente presente en la mezcla.

MATERIA PRIMA

- ✓ Teberinto
- ✓ Maltodextrina
- ✓ Vitaminas y minerales
- ✓ Sacarosa
- ✓ Saborizante banano
- ✓ Saborizante tutti-frutti

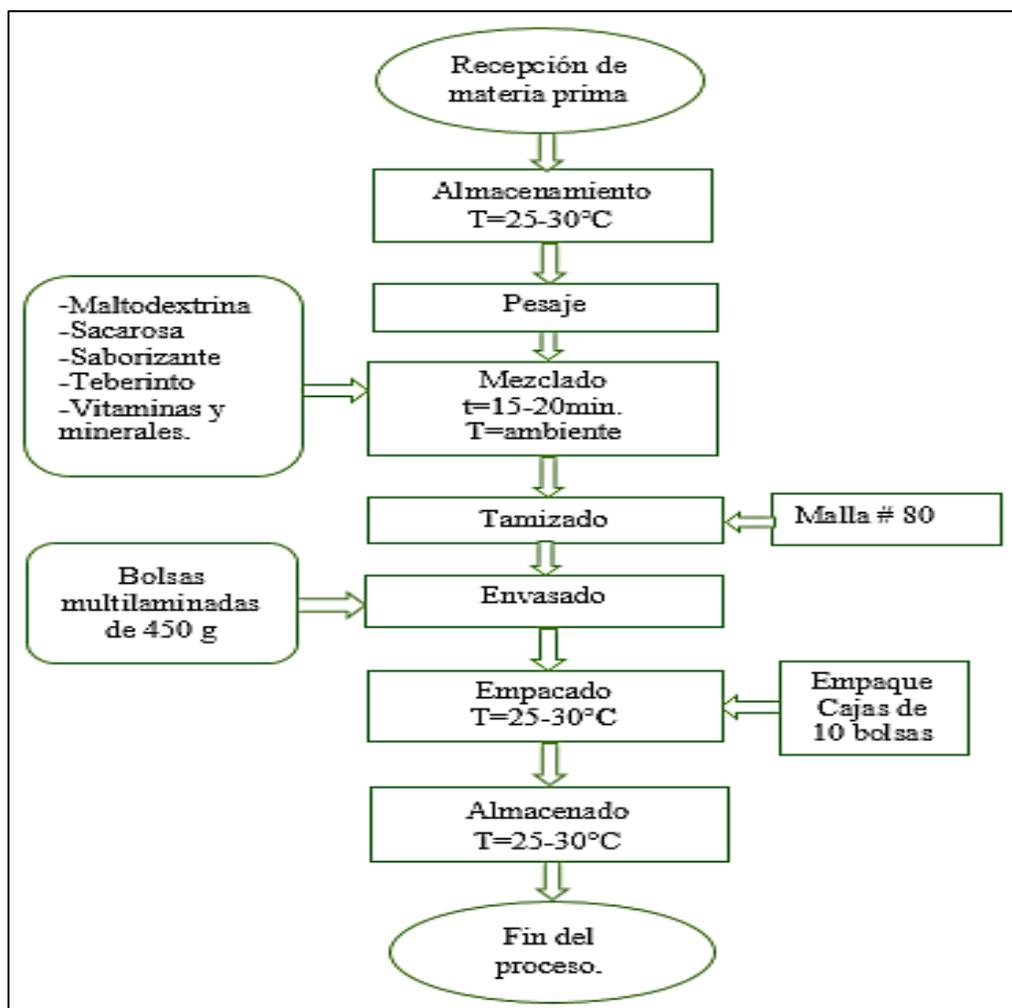
MATERIAL Y EQUIPO

- ✓ 5 vidrio reloj
- ✓ 3 Beaker de 100ml
- ✓ 3 Beaker de 50ml
- ✓ 2 beaker de 250 ml
- ✓ 2 agitadores de vidrio.
- ✓ 1 mezcladora
- ✓ 3 bolsas plásticas transparentes de 2 lb
- ✓ 2 balanza analítica
- ✓ 3 espátulas
- ✓ tamiz malla # 80.
- ✓ 1 gabacha por operario
- ✓ par de guantes
- ✓ redecilla para el pelo.

Para la formulación del suplemento alimenticio a base de la hoja de Teberinto, se procede a diseñar el proceso para elaborar las formulaciones obtenidas en el *diseño de mezclas de vértices extremos* donde se obtuvieron 10 experimentos que se procederán a realizar con el siguiente proceso para los 2 sabores diferentes; sabor banano y sabor tutti-frutti.

METODOLOGÍA.

Diagrama esquemático del proceso.



Proceso de elaboración del suplemento alimenticio.

Recepción: Se obtiene la materia prima con las características de calidad e inocuidad deseada.

Almacenamiento: Se colocan las diferentes materias primas a utilizar para la elaboración del suplemento alimenticio a las condiciones especificadas y en lugar seco, entre una temperatura de 25-30 °C. Esto con el fin de mantener la calidad e inocuidad en cada una de las pruebas experimentales.

Pesaje: Para la primera prueba experimental se pesan todos los ingredientes previamente a mezclar utilizando una báscula analítica, se utilizan vidrio reloj para pesar las cantidades más pequeñas como: las vitaminas y minerales, sacarosa y saborizante

Para pesar las cantidades de Teberinto y maltodextrina se hace en beaker de 250 mL. los ingredientes a mezclar son: maltodextrina, Teberinto, sacarosa, saborizante y vitaminas y minerales adicionales, para cada una de las formulaciones tomando en cuenta las buenas prácticas de fabricación.

Mezclado: El proceso de mezclado se lleva a cabo durante un tiempo de 15-20 minutos, se adicionan los ingredientes en orden ascendentes de acuerdo con la cantidad a utilizar, hasta obtener el mezclado de los componentes totalmente homogéneo, a una temperatura ambiente con el total cumplimiento de las BPM en todo el proceso esto se realiza con una mezcladora.

Tamizado: El tamizado se realiza posterior al proceso de mezclado para determinar y verificar la calidad de la mezcla el cual se realiza con una malla # 80, debido a que el producto es en polvo muy fino.

Obtención del suplemento en polvo: Una vez tamizado el producto se obtiene el suplemento en polvo y se procede a realizar la dilución del producto en agua cristalina para determinar las características sensoriales a nivel experimental, con una porción de 30 gramos de suplemento diluida en 250 mL de agua cristalina.

Anexo C

Herramienta utilizada para el análisis sensorial.

Se presenta la herramienta diseñada para realizarse el análisis sensorial, la cual fue entregada a cada uno de los panelistas.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR																																																																			
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																																																																			
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS																																																																			
ANÁLISIS SENSORIAL.																																																																			
Edad:	_____																																																																		
Sexo:	_____																																																																		
Nombre del producto:	_____																																																																		
Código de panelista	_____																																																																		
<p>Frente a usted se encuentran 10 muestras que deberá valorar de acuerdo a su aceptación. A continuación se presenta una escala de calificación del 1 al 5 de las cuales usted dará la calificación a los aspectos evaluados, correspondientes a cada una de las muestras que aparecen codificadas.</p>																																																																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>ASPECTO</th> <th>CALIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Me disgusta mucho</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Me disgusta</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No me gusta, ni me disgusta</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Me gusta</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			ASPECTO	CALIFICACION	Me disgusta mucho	1	Me disgusta	2	No me gusta, ni me disgusta	3	Me gusta	4	Me gusta mucho	5																																																					
ASPECTO	CALIFICACION																																																																		
Me disgusta mucho	1																																																																		
Me disgusta	2																																																																		
No me gusta, ni me disgusta	3																																																																		
Me gusta	4																																																																		
Me gusta mucho	5																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO EN POLVO</th> <th colspan="10" style="text-align: center;">MUESTRAS</th> </tr> <tr> <th>M1</th><th>M2</th><th>M3</th><th>M4</th><th>M5</th><th>M6</th><th>M7</th><th>M8</th><th>M9</th><th>M10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Olor</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Apariencia visual</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Solubilidad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>			ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO EN POLVO	MUESTRAS										M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Olor											Apariencia visual											Solubilidad																					
ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO EN POLVO	MUESTRAS																																																																		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10																																																									
Olor																																																																			
Apariencia visual																																																																			
Solubilidad																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO PREPARADO</th> <th colspan="10" style="text-align: center;">MUESTRAS</th> </tr> <tr> <th>M1</th><th>M2</th><th>M3</th><th>M4</th><th>M5</th><th>M6</th><th>M7</th><th>M8</th><th>M9</th><th>M10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Apariencia visual</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Olor</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Sensación bucal</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>			ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO PREPARADO	MUESTRAS										M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Apariencia visual											Olor											Sabor											Sensación bucal										
ASPECTOS A EVALUAR DEL SUPLEMENTO PREPARADO	MUESTRAS																																																																		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10																																																									
Apariencia visual																																																																			
Olor																																																																			
Sabor																																																																			
Sensación bucal																																																																			
<p>Comentarios: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																																																																			
<p>¡Gracias por su colaboración!</p>																																																																			

Figura C-1: Herramienta utilizada para realizar análisis sensorial.

Anexo D*Realización de análisis sensorial***Figura D-1:** Panelistas realizando el análisis sensorial.**Figura D-2:** Panelistas realizando análisis sensorial.

Anexo E

Resultados de análisis bromatológico.

PARÁMETROS	TIEMPO		15 DÍAS
	ESPECIFICACION	0 DÍAS	
Características organolépticas.	Polvo fino de color verde olor dulce	Polvo fino de color verde olor dulce	Polvo con grumos de color verde olor dulce
Determinación de grasa	-----	1.5 %	1.0 %
Determinación de Fibra cruda	-----	0.5 %	0.9 %
pH en solución al 10% p/v	-----	6.20	6.15
Densidad en solución al 10% p/v	-----	1.0311 g/mL	1.0305 g/mL

Figura E-1: Resultados obtenidos de los análisis bromatológicos.

PARÁMETROS	TIEMPO		15 DÍAS
	ESPECIFICACION	0 DÍAS	
Determinación de proteína	-----	4.3 %	3.9 %
Determinación de carbohidratos totales	-----	-----	24.85 g CHO / 30 g de polvo
Acidez titulable	-----	0.02 %	0.02 %
Cenizas totales	-----	6.6 %	5.6 %
Calorías	-----	30.94 Kcal/100g	24.76 Kcal/100g
Extracto libre de nitrógeno	-----	81.26 %	82.64 %
Humedad	----	5.84 %	5.96 %
Recuento Total de Bacterias.	≤ 1,000,000 UFC/g	1,500 UFC/g	500 UFC/g
Recuento Total de Hongos y Levaduras.	≤ 10,000 UFC/ g	850 UFC/g	500 UFC/g
<i>Salmonella spp</i>	AUSENCIA /25g	NO DETECTADO/25g	NO DETECTADO/25g

Figura E-2: Resultados obtenidos de los análisis bromatológicos.

Anexo F

Cálculos para elaborar etiqueta nutricional.

Los siguientes cálculos son realizados con el objetivo de obtener la cantidad en gramos de cada uno de los componentes resultantes en los análisis debido a que estos fueron reportados en porcentajes.

- Cálculo de grasas

Dónde:

1.5%: es el valor reportado de grasas en la muestra de suplemento alimenticio tomada por los analistas del laboratorio.

30 g: es la porción de suplemento alimenticio que se sugiere para los preparar los 250ml de bebida

100%: representa el porcentaje total de grasa contenida en los 30g.

X: es el valor de grasas en gramos.

$$100\% \text{ --- } 30g$$

$$1.5\% \text{ --- } x$$

$$\text{Grasas} = \frac{1.5\% * 30g}{100\%}$$

$$\text{Grasas} = 0.45g$$

Para calcular el % grasa consumido según el VDR de la FDA se toman los 0.45 g de grasas obtenidos en el 1.5% y se divide entre el valor diario recomendado

- Cálculo de fibra cruda

$$Fibra\ cruda = \frac{0.5\ \% * 30\ g}{100}$$

$$Fibra\ cruda = 0.15\ g$$

$$Fibra\ cruda\ VDR = \frac{0.15\ g * 100\ \%}{25\ g}$$

$$Fibra\ cruda\ VDR = 0.6\ \%$$

- Cálculo de proteína

$$Proteína = \frac{4.3\ \% * 30\ g}{100}$$

$$Proteína = 1.29\ g$$

$$Proteína\ VDR = \frac{1.29\ g * 100\ \%}{50\ g}$$

$$Proteína\ VDR = 2.58\ \%$$

- Cálculo de carbohidratos

$$Carbohidratos = \frac{82.8\ \% * 30\ g}{100}$$

$$Carbohidratos = 24.845\ g$$

$$Carbohidratos\ VDR = \frac{24.85\ g * 100\ \%}{300\ g}$$

$$Carbohidratos\ VDR = 8.28\ \%$$

Ejemplo de cálculos para el contenido de vitaminas y minerales provenientes del teberinto en la porción de 30 g de la muestra seleccionada (3.99g de teberinto). Basado en 100 gramos de polvo de hojas de teberinto.

$$\text{Vitamina C} = \frac{3.9\text{g} \times 17.3\text{mg}}{100\text{g}} = 0.69\text{mg}$$

$$\text{Vitamina A} = \frac{3.9\text{g} \times 16.3\text{mg}}{100\text{g}} = 0.635\text{mg}$$

$$635\mu\text{g} \times \frac{1\text{ER}}{6\mu\text{g}} \times \frac{3.33\text{UI}}{1\text{ER}} = 352.4\text{UI}$$

Cálculo de energía del valor obtenido de Calorías por el laboratorio USAM, referido a una porción de 30g de suplemento alimenticio.

$$\text{Energía} = \left(\frac{30.94\text{Kcal}}{100\text{g}} \right) (30\text{g})$$

$$\text{Energía} = 9.282\text{Kcal}$$