



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**INFORME DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TEMA:
EFECTOS ANTIOXIDANTES, FISICOQUÍMICOS Y
SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA
EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**

**AUTORES:
HEIDI PIERINA LOOR VERA
LUIS MIGUEL MUÑOZ MENDOZA**

**TUTOR:
ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, Ph.D.**

CALCETA, JULIO DE 2024

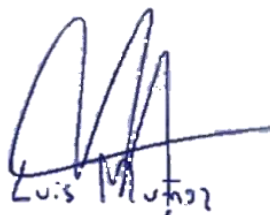
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Heidi Pierina Loor Vera, con cédula de ciudadanía 1725955064, y Luis Miguel Muñoz Mendoza, con cédula de ciudadanía 1311351330, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTOS ANTIOXIDANTES, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA EN UNA BEBIDA REFRESCANTE** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado con las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



HEIDI PIERINA LOOR VERA
CC: 1725955064



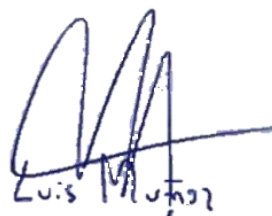
LUIS MIGUEL MUÑOZ MENDOZA
CC: 1311351330

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Heidi Pierina Loor Vera, con cédula de ciudadanía 1725955064, y Luis Miguel Muñoz Mendoza, con cédula de ciudadanía 1311351330, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTOS ANTIOXIDANTES, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



HEIDI PIERINA LOOR VERA
CC: 1725955064



LUIS MIGUEL MUÑOZ MENDOZA
CC: 1311351330

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

David Wilfrido Moreira Vera, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTOS ANTIOXIDANTES, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**, que ha sido desarrollado por Heidi Pierina Loor Vera, y Luis Miguel Muñoz Mendoza, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, Ph.D.

CC: 1306213750

TUTOR

CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Ely Fernando Sacón Vera, Coordinador del Grupo de Investigación CITEA, certifico que los estudiantes, Heidi Pierina Loor Vera y Luis Miguel Muñoz Mendoza, realizaron su Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTOS ANTIOXIDANTES, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Este trabajo se ejecutó como parte de una actividad del proyecto de investigación titulado: **APLICACIÓN DE PRINCIPIOS ACTIVOS DE PLANTAS SILVESTRES PARA UNA BEBIDA FUNCIONAL EN EL MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE VALOR DE PRODUCTORES A PEQUEÑA ESCALA** y registrado en la Secretaría Nacional de Planificación con CUP 385946.

ING. ELY FERNANDO SACÓN VERA, Ph.D.

**COORDINADOR DEL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN CITEA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTOS ANTIOXIDANTES, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**, que ha sido desarrollado por Heidi Pierina Loor Vera, y Luis Miguel Muñoz Mendoza, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, Mgtr.

CC: 1803247244

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. DIANA CAROLINA CEDEÑO

ALCÍVAR, Mgtr.

CC: 1313678086

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. EDDY GREGORIO MENDOZA

LOOR, Mgtr.

CC: 1314555069

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la guía durante todo el camino de esta bella carrera, por brindarme salud, fortaleza, perseverancia y sabiduría para sobrellevar los desafíos y obstáculos que surgieron en el camino.

A mis padres, Nelly Maribel Vera Vera y Frandy Alberdy Loor Murillo, por apoyarme y confiar en mí, especialmente a mi madre por brindarme su compañía, guía, motivación, sabiduría, amor y fuerza, y ser mi soporte en los momentos más difíciles, lo que me motivó a cumplir este anhelo de ambas.

A mi familia y amigos, que a lo largo del camino me han apoyado y motivado en cada uno de mis objetivos y metas, por haber confiado en mí, y ayudarme a no rendirme a pesar de las adversidades que se han presentado en el camino.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mi tutor el Ph.D David Wilfrido Moreira Vera, y al tribunal por ser la guía en este trabajo, porque con sus conocimientos y consejos han permitido que cumpla uno de mis más grandes anhelos.

A todos los docentes de la Carrera de Agroindustria que han nutrido y ampliado mis conocimientos con sus enseñanzas, consejos y experiencias, permitiéndome aprender y enamorarme cada día más de esta hermosa carrera.

A los técnicos de Talleres y Laboratorios de la Carrera de Agroindustria, porque a lo largo del camino me han brindado su experiencia y conocimientos, lo que ha permitido que cumpla con los objetivos planteados en la elaboración y análisis de los productos agroindustriales que se fueron desarrollando.

A mi compañero de fórmula, Luis Miguel, por acompañarme, guiarme y motivarme a lo largo de la carrera, sin duda hemos unido nuestras fortalezas para cumplir con esta meta tan importante en nuestras vidas.

HEIDI PIERINA LOOR VERA

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la guía espiritual y brindarme fortaleza para cumplir cada uno de mis objetivos, sueños y anhelos.

A mis padres Miguel Ángel Muñoz Paz y Carmen Lucila Mendoza Vélez por el apoyo que me han brindado, en especial a mi querida madre por creer siempre en mí.

A mi apreciada esposa Cinthya Carolina Zambrano Sánchez que me ha acompañado y brindado su apoyo en esta etapa de vida junto a mi hijo Miguel Efraín Muñoz Zambrano.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mi tutor el Ph.D. David Wilfrido Moreira Vera y a cada uno de los docentes y técnicos que brindaron parte de su tiempo, impartiendo sus conocimientos, para que pueda llegar a este momento.

A mi familia y amigos que de una u otra forma me dieron palabras de aliento y motivación para lograr mi objetivo.

Por último, pero no menos importante, a mi compañera de tesis, porque a pesar de que la travesía no ha sido fácil, nos hemos enfocado en unir fuerzas para trabajar por un mismo objetivo.

LUIS MIGUEL MUÑOZ MENDOZA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por brindarme sabiduría, inteligencia y fortaleza para cumplir este objetivo tan anhelado.

A mi amada madre Nelly Maribel Vera Vera, por los esfuerzos que ha realizado para que pueda cumplir este objetivo. Sin su amor, apoyo, guía y motivación no hubiera podido alcanzar esta meta.

A todos los familiares y amigos que confiaron en mí, por ser mi motivación para seguir adelante siempre dando lo mejor de mí.

Gracias a todos ustedes por acompañarme a lo largo de este proceso.

HEIDI PIERINA LOOR VERA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera especial a mis padres por brindarme todo su amor y confiar en mí, el camino no ha sido fácil, pero gracias a ellos aprendí que con perseverancia y esfuerzo se logran todos los objetivos propuestos. Y a mi esposa e hijo que siempre están motivándome para cumplir mis sueños.

LUIS MIGUEL MUÑOZ MENDOZA

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN ..	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO GENERAL.....	xi
CONTENIDO DE TABLAS	xiv
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN	xvii
PALABRAS CLAVE.....	xvii
ABSTRACT	xviii
KEY WORDS	xviii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.4 HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 BILIMBI.....	5
2.2 SANDÍA	7
2.3 BEBIDAS DE FRUTAS.....	10
2.4 DISEÑO DE MEZCLAS SIMPLEX-CENTROIDE	11
CAPÍTULO III: DESARROLLO METODOLÓGICO	12
3.1 UBICACIÓN.....	12

3.2 DURACIÓN.....	12
3.3 TIPO, ALCANCE Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	12
3.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS	12
3.5 FACTORES EN ESTUDIO	16
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	17
3.8 VARIABLES A MEDIR.....	18
3.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	18
3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA.....	24
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA DE ACUERDO CON LA NORMA TÉCNICA NTE INEN 2337.....	26
4.3 MEJORES TRATAMIENTOS	33
4.4 VALORES ÓPTIMOS	36
4.5 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	36
4.6 PREFERENCIA DE LA BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA MEDIANTE UNA PRUEBA SENSORIAL AFECTIVA CON CATADORES NO ENTRENADOS.....	37
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1 CONCLUSIONES	42
5.2 RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍAS.....	44
ANEXOS	49
ANEXO 1. TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	50
ANEXO 2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REFRESCANTE	51

ANEXO 3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	54
ANEXO 4. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	56
ANEXO 5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	59
ANEXO 6. ANÁLISIS SENSORIAL.....	63

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1 Composición fisicoquímica y proximal del bilimbi	6
Tabla 2.2 Contenido de vitaminas y minerales en el bilimbi	6
Tabla 2.3 Contenido fenólico total y contenido total de flavonoides en extracto de frutos de bilimbi	7
Tabla 2.4 Características funcionales de extracto de frutos de bilimbi	7
Tabla 2.5 Composición fisicoquímica de la pulpa de sandía variedad Crimson Sweet	9
Tabla 2.6 Composición proximal de la pulpa de sandía variedad Crimson Sweet	9
Tabla 2.7 Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales, y citrulina de la pulpa de sandía variedad Crimson Sweet	9
Tabla 2.8 Requisitos microbiológicos para las bebidas de frutas pasteurizadas	10
Tabla 3.1 Componentes de la mezcla	17
Tabla 3.2 Tratamientos obtenidos mediante el Diseño de mezclas Simplex-Centroide	17
Tabla 4.1 Efectos estimados del modelo completo para capacidad antioxidante	24
Tabla 4.2 Anova ajustado al modelo cuadrático para capacidad antioxidante .	24
Tabla 4.3 Resultados de ajuste del modelo cuadrático para capacidad antioxidante	25
Tabla 4.4 Efectos estimados para el modelo completo de pH	26
Tabla 4.5 Anova ajustado al modelo cuadrático para pH	27
Tabla 4.6 Resultados de ajuste del modelo cuadrático para pH	27
Tabla 4.7 Efectos estimados para el modelo completo de sólidos solubles	29
Tabla 4.8 Resultados del modelo completo para sólidos solubles	29
Tabla 4.9 Anova ajustado al modelo cuadrático para sólidos solubles	29
Tabla 4.10 Resultados de ajuste del modelo cuadrático para sólidos solubles	30

Tabla 4.11 Efectos estimados para el modelo completo de viscosidad	31
Tabla 4.12 Resultados del modelo completo para viscosidad.....	32
Tabla 4.13 Anova ajustado al modelo cúbico especial para viscosidad	32
Tabla 4.14 Resultados de ajuste del modelo cúbico especial para viscosidad	32
Tabla 4.15 Promedios de los resultados de capacidad antioxidante y características fisicoquímicas de los mejores tratamientos.....	34
Tabla 4.16 Formulación óptima de los componentes de la bebida para las diferentes variables evaluadas	36
Tabla 4.17 Resultados de parámetros microbiológicos de los mejores tratamientos de la bebida refrescante	36
Tabla 4.18 Resumen estadístico para color en los mejores tratamientos	38
Tabla 4.19 Resumen estadístico para olor en los mejores tratamientos	38
Tabla 4.20 Resumen estadístico para sabor en los mejores tratamientos	39
Tabla 4.21 Resumen estadístico para textura en los mejores tratamientos	40

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 2.1 Diseño de mezclas simplex-centroide con tres componentes.....	11
Figura 3.1 Diagrama de procesos de la bebida refrescante a partir de zumos de bilimbi y sandía.....	21
Figura 4.1 Superficie de respuesta estimada para capacidad antioxidante	25
Figura 4.2 Contorno de la superficie de respuesta estimada para capacidad antioxidante	26
Figura 4.3 Superficie de respuesta estimada para pH	28
Figura 4.4 Contorno de la superficie de respuesta estimada para pH.....	28
Figura 4.5 Superficie de respuesta estimada para sólidos solubles.....	30
Figura 4.6 Contorno de la superficie de respuesta estimada para sólidos solubles	31
Figura 4.7 Superficie de respuesta estimada para viscosidad	33
Figura 4.8 Contorno de la superficie de respuesta estimada para viscosidad .	33
Figura 4.9 Gráfica de Radar/Araña del análisis sensorial de los mejores tratamientos.....	41

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos antioxidantes, fisicoquímicos y sensoriales de mezclas de zumo de bilimbi, sandía y agua con los niveles 20-30, 40-50 y 30-40 respectivamente en una bebida refrescante. Se utilizó un Diseño de mezclas Simplex-Centroide con una réplica, resultando en 20 unidades experimentales de 1000 mL cada una. Se evaluaron las variables fisicoquímicas (pH, sólidos solubles y viscosidad), microbiológicas (coliformes, coliformes fecales, mohos y levaduras), así como la determinación de la capacidad antioxidante mediante el método ABTS. Además, se realizó un análisis sensorial evaluando atributos como: color, olor, sabor y textura. Los resultados mostraron que los valores de pH oscilaron entre 3.16 y 3.92, los sólidos solubles entre 13.75 % y 15.45 %, y la viscosidad entre 1.60 y 2.30 mPa.s. Todos los tratamientos cumplieron con los estándares microbiológicos establecidos por la normativa (NTE INEN 2337). La capacidad antioxidante de la bebida refrescante varió entre 1504.3 a 2082.85 μmol Equivalente de Trolox/mL. En la prueba sensorial, realizada con catadores no entrenados, el tratamiento 10 fue el preferido en cuanto a color, olor y sabor, mientras que el tratamiento 7 obtuvo la mayor puntuación en textura. Los resultados obtenidos indican que la bebida refrescante elaborada con una combinación de 20% de zumo de bilimbi, 45% de zumo de sandía y 35 % de agua permite obtener los niveles más altos de antioxidantes y cumple con los parámetros establecidos por las normativas vigentes.

PALABRAS CLAVE

Bebida funcional, bilimbi, capacidad antioxidante, compuestos bioactivos.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the antioxidant, physicochemical and sensory effects of mixtures of bilimbi juice, watermelon and water with levels 20-30, 40-50 and 30-40 respectively in a soft drink. A Simplex-Centroid Mixture Design with one replicate was used, resulting in 20 experimental units of 1000 mL each. Physicochemical variables (pH, soluble solids and viscosity), microbiological variables (coliforms, fecal coliforms, molds and yeasts), as well as the determination of antioxidant capacity by the ABTS method were evaluated. In addition, a sensory analysis was carried out to evaluate attributes such as color, odor, flavor and texture. The results showed that pH values ranged between 3.16 and 3.92, soluble solids between 13.75 % and 15.45 %, and viscosity between 1.60 and 2.30 mPa.s. All treatments complied with the microbiological standards established by the regulations (NTE INEN 2337). The antioxidant capacity of the soft drink ranged from 1504.3 to 2082.85 $\mu\text{mol Trolox Equivalent/mL}$. In the sensory test, conducted with untrained tasters, treatment 10 was the preferred treatment in terms of color, odor and flavor, while treatment 7 scored highest in texture. The results obtained indicate that the soft drink made with a combination of 20% bilimbi juice, 45% watermelon juice and 35% water provides the highest levels of antioxidants and complies with the parameters established by current regulations.

KEY WORDS

Functional beverage, bilimbi, antioxidant capacity, bioactive compounds.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la industria alimentaria, uno de los sectores más dinámicos son las bebidas refrescantes, porque a través de los años se han adaptado a las necesidades y exigencias de los diferentes consumidores (Torres, 2019). En Ecuador, la Corporación Financiera Nacional [CFN] (2023), indica que las bebidas no alcohólicas, que incluyen, bebidas aromatizadas y/o edulcoradas: limonadas, naranjadas, bebidas gaseosas, bebidas artificiales de jugos de frutas, aguas tónicas, gelatina comestible, bebidas hidratantes, entre otros, en el año 2022 representaron el 0,70% del PIB del país.

Vega (2016), indica que, en la actualidad este sector alimentario no dispone de suficientes bebidas naturales de frutas que aporten valor nutricional a los consumidores, debido a que las industrias buscan comercializar bebidas que presenten características organolépticas que permitan incrementar el deseo de compra por parte de los consumidores, sin tener en cuenta que el uso inadecuado y excesivo de aditivos sintéticos son perjudiciales para la salud, y pueden ser causantes de enfermedades crónicas como lo son la diabetes tipo 2, la obesidad y la gota.

De igual manera, Moreira et al. (2020), mencionan que, uno de los problemas más grandes que tiene el sector de las bebidas refrescantes en el país, es el uso de ingredientes cada vez más sintéticos en su elaboración, esto se debe a la gran demanda de las mismas en el mercado por su bajo costo; lo cual motiva a las industrias a tener escasa innovación con materias primas naturales, incrementando la elaboración de bebidas refrescantes con materias primas sintéticas, como acidulantes, saborizantes, colorantes, preservantes, antioxidantes y estabilizantes.

Por su parte, Cárdenas et al. (2016), indica que los compuestos bioactivos presentes en frutas han atraído la atención de los consumidores y la comunidad científica teniendo en cuenta las evidencias epidemiológicas sólidas que muestran los beneficios de la ingesta de fruta en la prevención de enfermedades

humanas. Los compuestos bioactivos más comunes presentes en frutas tropicales son las vitaminas (C y E), carotenoides, compuestos fenólicos y fibra dietética.

Ecuador es un país productor de diversas frutas tropicales, siendo una de ellas la sandía (*Citrullus lanatus*), la cual es una planta herbácea perteneciente a la familia de las cucurbitáceas. Su producción se da principalmente en las provincias de Guayas, Santa Elena y Manabí, esto debido a las excelentes condiciones climáticas que presentan dichas provincias para su cultivo. Sin embargo, es importante indicar que el procesamiento en jugos, bebidas, pulpas, néctares que se le da a esta fruta es insuficiente (Pacherre, 2022).

Por otra parte, el bilimbi o biribiri (*Averrhoa bilimbi*) es un árbol frutal perteneciente a la familia de las oxalidáceas. Esta fruta es cultivada en regiones de clima tropical y subtropical, su desarrollo es mejor en lugares con temperaturas de 25°C y precipitaciones superiores a 1000 mm (Nunes et al., 2022). Es por ello que en la provincia de Manabí existen cultivos de esta fruta, que no son aprovechados por el desconocimiento de las propiedades nutritivas, nutracéuticas y funcionales que posee.

Por lo antes mencionado, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las mezclas óptimas de zumos de bilimbi y sandía que proporcionen efectos antioxidantes, fisicoquímicos y sensoriales positivos en una bebida refrescante?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Flores (2019), indica que, las frutas tropicales son excelentes fuentes de vitaminas, fitoesteroles, polifenoles, y antioxidantes. A pesar de que se tiene un amplio conocimiento de los beneficios del consumo de frutas, en la actualidad los consumidores buscan alimentos prácticos y convenientes, que permitan el ahorro de tiempo y aporten un beneficio en su salud.

Sánchez et al. (2013), señalan que, las bebidas de frutas, se caracterizan por contener compuestos bioactivos, como el ácido ascórbico, tocoferoles, carotenoides y polifenoles, que generan efectos antioxidantes y

anticancerígenos en la salud de los consumidores. Por lo cual, la elaboración de una bebida refrescante con frutas tropicales con compuestos bioactivos, como lo son el bilimbi y la sandía, es una alternativa práctica de consumo de un alimento que aporte beneficios nutricionales a los consumidores.

Sin embargo, Murillo y Rodríguez (2018), señalan que, una de las tendencias actuales en la alimentación, es el consumo de alimentos saludables, es decir aquellos que sean naturales y libres de conservantes, de los cuales su ingesta proporciona beneficios nutricionales al organismo, generando así un buen estado de salud en los consumidores.

Solano y Coello (2020), expresan que, una de las propiedades nutricionales que más destacan en la sandía, es su alta capacidad antioxidante, atribuida a la molécula de licopeno, el cual, por su estructura, forma enlaces con los radicales libres, que impiden su producción, debido a que estos tienen un efecto negativo, el cual causa daños a nivel celular. La ingesta de licopeno reduce la inflamación y mejora la funcionalidad de lipoproteínas de alta densidad (HDL).

De igual manera, Nunes (2017), menciona que el fruto de bilimbi o biri-biri entre sus compuestos bioactivos destaca su contenido de vitamina C, siendo este 72,9 mg/100 g; contenido de polifenoles que oscilan entre los 50 y 55 mg/100 g, lo cual determina que el fruto tiene un alto poder antioxidante.

Por lo cual, esta investigación se realizará con el propósito de aprovechar las propiedades nutricionales de las frutas tropicales producidas en el país como lo son el bilimbi y la sandía, para la elaboración de una bebida refrescante a base de frutas, que cumpla con la NTE INEN 2337 (2008), que establece los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir los “Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales” en el país. En esta norma se indica que las bebidas de frutas, deben tener un aporte de frutas de mínimo el 10%, con excepción de las frutas con alta acidez, en las cuales su aporte deberá ser mínimo del 5%.

Con la elaboración de la bebida refrescante a base de zumos de bilimbi y sandía se pretende disminuir el uso de materias primas sintéticas, las cuales no tienen un valor nutricional que aporte a la salud de las personas. Además, mediante el cultivo y el uso del bilimbi en la elaboración de la bebida refrescante a base de

frutas, se pretende aportar a la economía de los agricultores manabitas, que actualmente no le dan un valor agregado a este fruto y en muchos casos se desperdicia por la falta de conocimiento de los compuestos bioactivos que contiene el mismo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos antioxidantes, fisicoquímicos y sensoriales de las mezclas de zumos de bilimbi y sandía en una bebida refrescante.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la capacidad antioxidante de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía.
- Establecer las características fisicoquímicas de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía de acuerdo con la norma técnica NTE INEN 2337.
- Evaluar la preferencia de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía mediante una prueba sensorial afectiva con catadores no entrenados.

1.4 HIPÓTESIS

Al menos una de las mezclas de zumos de bilimbi y sandía incide en las propiedades antioxidantes, fisicoquímicas y sensoriales en una bebida refrescante.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 BILIMBI

El bilimbi (*Averrhoa bilimbi*) es un fruto de forma elipsoide, de estructura lobulada con 4 o 5 puntas, su tamaño varía entre 5 y 7 cm de largo y 2 a 3 cm de diámetro, además presenta un promedio de 7 semillas por fruto, y su pulpa es jugosa. Los frutos antes de iniciar su proceso de maduración son verdes, cerosos y brillantes, mientras que, los frutos y maduros son de color amarillento. Su proceso de floración inicia en el mes de febrero y finaliza en el mes de marzo, y su proceso de fructificación se extiende hasta el mes de diciembre (Dangat et al., 2014).

2.1.1 TAXONOMÍA

Muhammad y Uddin (2016), manifiestan que el fruto del bilimbi tiene la siguiente taxonomía:

- **Reino:** *Plantae* – Plantas
- **Subreino:** *Tracheobionta* - Plantas vasculares
- **Superdivisión:** *Spermatophyta* – Plantas con semillas
- **División:** *Magnoliophyta* – Plantas con flores
- **Clase:** *Magnoliopsida* – Dicotiledóneas
- **Subclase:** *Rosidae*
- **Orden:** *Geraniales*
- **Familia:** *Oxalidaceae* - familia Wood-Sorrel
- **Género:** *Averrhoa Adans* – averrhoa
- **Especies:** *A. bilimbi L.* – bilimbi.

2.1.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

En la tabla 2.1 y 2.2 se exponen los resultados obtenidos en la investigación de Nunes et al. (2022), en la cual se evaluó la composición fisicoquímica y proximal,

además del contenido de vitaminas y minerales presentes en los frutos de bilimbi cultivados en Governador Valadares (Minas Gerais, Brasil).

Tabla 2.1 Composición fisicoquímica y proximal del bilimbi

Componentes	Contenido
Sólidos solubles (°Brix)	3.2
Acidez titulable (g ácido cítrico/100g)	1.3
pH	1.5
Humedad (g/100g)	93.2
Proteína (g/100g)	0.71
Lípidos (g/100g)	0.32
Ceniza (g/100g)	0.24
Fibra dietética total (g/100g)	0.62
Carbohidratos (g/100g)	4.91
Valor energético total (kcal/100g)	25.36

Fuente. Nunes et al. (2022).

Tabla 2.2 Contenido de vitaminas y minerales en el bilimbi

Componentes (mg/100g)	Contenido
Vitamina C	47.59
Vitamina E (µg/100g)	17.62
K	7.42
Ca	6.32
Na	5.3
Mg	5.25
Fe	3.21

Fuente. Nunes et al. (2022).

Por otra parte, en la tabla 2.3 y 2.4, se muestran los resultados obtenidos en la investigación de Jayawardane et al. (2022), que tuvo como objetivo evaluar el contenido fenólico total, el contenido total de flavonoides y también las propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antidiabéticas del extracto de los frutos de bilimbi.

Tabla 2.3 Contenido fenólico total y contenido total de flavonoides en extracto de frutos de bilimbi

COMPONENTES	CONTENIDO
Contenido fenólico total (mg GAE/ g PS)	69.13
Contenido total de flavonoides (mg CE/ g DW)	37.74
Caroteno total (mg/ g DW)	0.53

Fuente. Jayawardane et al. (2022)

Tabla 2.4 Características funcionales de extracto de frutos de bilimbi

COMPONENTES	CONTENIDO
Capacidad antioxidante total (mg AAE/ g PS)	148.58
Actividad antidiabética (alfa amilasa inhibición)	6.48
Actividad antiinflamatoria (% calor inducido hemólisis) 10µg/ml	11.57
Actividad antiinflamatoria (% calor inducido hemólisis) 100µg/ml	23.09

Fuente. Jayawardane et al. (2022)

2.2 SANDÍA

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una fruta de forma redonda, ovalada o alargada, su peso va desde 2 hasta 20 Kg, por lo tanto, su tamaño varía entre pequeñas, medianas y grandes. De acuerdo a su variedad, la cáscara puede presentar un color uniforme de verde oscuro o claro, o también fondos verdes con franjas de color amarillento o grisáceo, además su pulpa va de una tonalidad roja a rosada. Su porción comestible es de 52 gramos por 100 gramos, en relación pulpa/cáscara (Solano y Coello, 2020).

2.2.1 TAXONOMÍA

Rosado (2020), indica que la clasificación taxonómica de la sandía es la siguiente:

- **Reino:** *Plantae*
- **División:** *Magnoliophyta*
- **Clase:** *Magnoliopsida, Dilleniidae*

- **Orden:** *Cucurbitales*
- **Familia:** *Cucurbitaceae, cucurbitoidea*
- **Tribu:** *Benincaseae, Benincasinae*
- **Género:** *Citrullus*
- **Especie:** *lanatus*

2.2.2 VARIEDADES DE SANDÍA

Para Asqui (2020), las variedades de sandía en Ecuador son las siguientes:

➤ **CHARLESTON GRAY CLARA**

Esta variedad se caracteriza porque se adapta a climas áridos y tropicales, presenta una forma alargada con bordes redondeados, la cáscara es fina de color verde claro, la pulpa posee una tonalidad roja profunda, y sus semillas son oscuras. Su peso es de 15 a 17 Kg aproximadamente. Además, muestra que es ligeramente resistente a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Niveum* y la Antracnosis (Arias Ochoa, 2014).

➤ **CRIMSON SWEET**

Esta variedad se caracteriza porque sus frutos son redondos, de peso y tamaño normal, por lo cual presenta gran acogida en el mercado norteamericano. Su cáscara tiene una coloración verde claro con franjas verde oscuro, su pulpa es de tonalidad roja y posee escasas semillas (Segura Carazas, 2019).

➤ **ROYAL CHARLESTON**

Esta variedad se caracteriza porque se adapta a diversas zonas, además presenta un excelente manejo post cosecha. Su forma es alargada, el color de su cáscara es verde gris, con pulpa rojo intenso, sus semillas son color café de forma elíptica. Su peso va desde 10 a 15 Kg aproximadamente y su población por hectárea es de 4000 a 5000 plantas (Carrillo, 2020).

2.2.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

En las tablas 2.5, 2.6 y 2.7 se presentan los resultados obtenidos en la investigación realizada por Valle-Vargas et al. (2020), en la cual realizaron la caracterización fisicoquímica, proximal, capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de la pulpa de tres variedades de sandía, entre ellas la variedad Crimson Sweet, que será la utilizada en la presente investigación.

Tabla 2.5 Composición fisicoquímica de la pulpa de sandía variedad Crimson Sweet

COMPONENTES	CONTENIDO
Acidez (%)	0.09
pH	5.68
Sólidos solubles (°Brix)	7.9

Fuente. Valle-Vargas et al. (2020).

Tabla 2.6 Composición proximal de la pulpa de sandía variedad Crimson Sweet

COMPONENTES	CONTENIDO (g/100g de materia seca)
Humedad	91.35
Ceniza	3.21
Fibra	0.88
Grasa	0.75
Proteína	13.28
Carbohidratos	84.24

Fuente. Valle-Vargas et al. (2020).

Tabla 2.7 Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales, y citrulina de la pulpa de sandía variedad Crimson Sweet

COMPUESTOS	CONTENIDO
Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol TEAC/ 100 g}$ muestra fresca)	217.69
Compuestos fenólicos totales (mg GAE/100 muestra fresca)	61.82
Citrulina (mg/ g muestra fresca)	0.85

Fuente. Valle-Vargas et al. (2020).

2.3 BEBIDAS DE FRUTAS

2.3.1 DEFINICIÓN

La NTE INEN 2337 (2008), define a las bebidas de frutas como, el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.

2.3.2 REQUISITOS

El Instituto Ecuatoriano de Normalización, en la Norma Técnica Ecuatoriana 2337 (2008), detalla los requisitos que se deben cumplir para que un alimento se pueda categorizar como una bebida de frutas:

➤ REQUISITOS FÍSICOQUÍMICOS

- En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m.
- El pH será inferior a 4,5.
- Los sólidos solubles (°Brix) de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadido.

➤ REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

En la tabla 2.8 se muestran los requisitos microbiológicos que deben cumplir las bebidas de frutas pasteurizadas:

Tabla 2.8 Requisitos microbiológicos para las bebidas de frutas pasteurizadas

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	<3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	<3	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	<10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³	3	<10	10	1	NTE INEN 1529-10

Fuente. NTE INEN 2337 (2008).

Donde,

NMP = número más probable

UFC = unidades formadoras de colonias

UP = unidades propagadoras

n = número de unidades

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

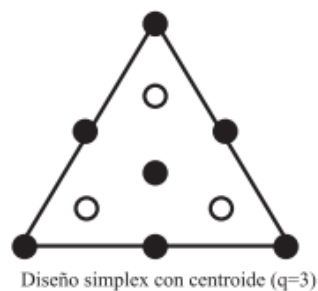
c = número de unidades permitidas entre n y m

2.4 DISEÑO DE MEZCLAS SIMPLEX-CENTROIDE

Puente et al. (2015), señalan que, el diseño de experimentos por mezclas es ampliamente utilizado para la optimización de procesos; el uso de este diseño permite identificar los parámetros y componentes adecuadas para cada proceso. Este diseño es utilizado por diversas áreas de la industria, como la alimentaria, la de construcción, la farmacéutica, entre otras. En la industria alimentaria, permite hallar la mezcla adecuada de varios componentes o ingredientes para la obtención de un producto final.

Para Ortega et al. (2015), los diseños de experimentos con mezclas, son un conjunto de ensayos en los cuales se examinan las diferentes mezclas de los componentes. Si las proporciones de los componentes que integran la mezcla se expresan como X_1 , X_2 , X_3 , se deben satisfacer dos restricciones: $0 \leq X_1 \leq 1$ para cada componente, dichas restricciones indican que la suma de los componentes en cada una de las mezclas obtenidas debe ser del 100%, lo que significa que los componentes no se pueden manipular de forma individual unos de otros, y que las proporciones deben variar entre 0 y 1.

Figura 2.1 Diseño de mezclas simplex-centroide con tres componentes



Fuente. Ortega et al. (2015)

CAPÍTULO III: DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

La investigación se realizó en el Taller de Frutas y Hortalizas y en los Laboratorios de Bromatología y Microbiología de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio Limón a 4 Km del centro de la ciudad de Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí. Su ubicación geográfica es 49°35.25' S de latitud y 80°11'10.54" W de longitud (Google Maps, 2023). Además, los análisis de capacidad antioxidante se realizaron en el Laboratorio de la Universidad Técnica de Manabí, extensión Chone, su ubicación geográfica es 41°15.8' S de latitud y 80°07'25.4" W de longitud (Google Maps, 2023a).

3.2 DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 9 meses, los cuales iniciaron desde la aprobación del proyecto de investigación.

3.3 TIPO, ALCANCE Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Ramos (2021), menciona que la investigación experimental se identifica porque existe una manipulación intencionada de la variable independiente y se analiza la influencia que tiene sobre la variable dependiente.

Por lo cual, la presente investigación fue de tipo experimental, considerando como variables independientes las mezclas obtenidas en las combinaciones de zumos de bilimbi, zumo de sandía y agua, de las cuales se evaluó su efecto en las propiedades antioxidantes, fisicoquímicas y sensoriales.

3.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.4.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Los análisis de capacidad antioxidante se realizaron mediante el método ABTS. Zenil et al. (2014), indica que este método se basa en la reducción de la coloración verde/azul producida por la reacción del radical ácido 2,2-azino-bis-3-

etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS•+) con el antioxidante que contiene la muestra. El método ABTS es, por tanto, un método que evalúa la actividad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) de la muestra en estudio.

El procedimiento para la determinación de la capacidad antioxidante mediante el método ABTS especificado en la guía del laboratorio de ciencias zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, consistió en:

Preparación del radical ABTS:

1. Se preparó una solución de 7 mM del reactivo ABTS.
2. Se preparó una solución de 2.45 mM de Persulfato de Potasio.
3. Se mezclaron las soluciones de ABTS y Persulfato de Potasio y se dejaron reaccionar por 18h a temperatura ambiente en la oscuridad.

Preparación de la dilución:

1. Se lavó con agua destilada fioles de 200 mL y 250 mL, y se rotularon.
2. En una probeta de 25 mL, se medían 20 mL de muestra para las fioles de 200 mL y 25mL para las fioles de 250mL.
3. Se enrasó con agua destilada cada una de las fioles.
4. Se homogenizó mediante agitación cada una de las fioles.
5. Se filtró el contenido de cada fiola en un frasco de vidrio de 250 mL.

Determinación de la capacidad antioxidante:

Una vez teniendo la muestra estandarizada se procedió a realizar el ensayo según lo indicado a continuación:

1. Se preparó una solución de trabajo con un valor de absorbancia entre 0,8 y 1 a 734 nm de longitud de onda disolviendo el radical incubado con metanol o etanol hasta conseguir los valores establecidos.
2. Se agregó en un tubo de ensayo 1 mL de muestra y blanco (medio de dilución del extracto) y 1 mL del radical preparado, se agitó con ayuda de un vortex y se dejó reaccionar durante 1 hora (las diferentes muestras presentaran una cinética de atrapamiento de los radicales sin embargo el tiempo establecido por la bibliografía es el indicado anteriormente)

3. Pasado el tiempo establecido se mide la absorbancia utilizando un espectrofotómetro Thermo Scientific GENESYS 180 UV-Vis a 734 nm de longitud de onda.

Curva de calibración:

1. La obtención del equivalente trolox se hizo mediante la siguiente curva de calibrado utilizando diluciones de, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25 μM .
2. Se realizó el procedimiento para la determinación de la capacidad antioxidante descrito anteriormente y se midió la absorbancia de las muestras.

3.4.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron se presentan en la NTE INEN 2337 (2008), la misma que incluye los requisitos que deben cumplir las bebidas de frutas.

➤ DETERMINACIÓN DE pH

Se realizó mediante el método potenciométrico establecido por la NTE INEN ISO 1842 (2013), para la determinación de pH en productos de vegetales y de frutas. El método consistió en:

1. Homogenizar mediante agitación la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía que se encontraba en un rango de temperatura de 20-21°C.
2. Medir 60 mL de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía en un vaso de precipitación de 100 mL,
3. Lavar y secar los electrodos del pH-metro marca HANNA modelo Edge HI11310.
4. Introducir el electrodo en los 60 mL de muestra y esperar un minuto hasta que se establezca la lectura.
5. Tomar la lectura del pH.

➤ DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)

Se realizó mediante el método refractométrico establecido por la NTE INEN ISO 2173 (2013), para la determinación de sólidos solubles en productos vegetales y de frutas. El método consistió en:

1. Homogenizar mediante agitación la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía que se encontraba en un rango de temperatura de 23-24°C.
2. Lavar y secar la superficie de muestreo del refractómetro digital marca SPER SCIENTIFIC modelo 300035.
3. Encender el refractómetro digital.
4. Agregar 1 mL de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía en la superficie de muestreo.
5. Presionar ENTER en el refractómetro digital.
6. Tomar la lectura de los sólidos solubles (°Brix).

➤ DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD

Se determinó la viscosidad utilizando un viscosímetro rotacional, esta metodología se describe en el Manual del Laboratorio de Bromatología de la Carrera de Agroindustria de la ESPAM MFL, y consistió en:

1. Medir 250 mL de bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía en un envase de vidrio que se adaptó para realizar una correcta medición.
2. Encender el viscosímetro rotacional de Marca BDV-8S serie 09244, y ajustar el número del husillo y las rpm para medir la viscosidad de la muestra.
3. Introducir el husillo N°0 en los 250 mL de la bebida refrescante para medir su resistencia a una velocidad de 60 rpm.
4. Esperar 1 minuto hasta que se establezca la lectura en el viscosímetro rotacional.
5. Tomar la lectura de la viscosidad de la bebida refrescante.

3.4.3 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se realizó mediante una prueba hedónica de 5 puntos, la cual consiste en entregar al panelista en orden aleatorio las muestras previamente codificadas y pedirle que las evalúe indicando cuánto le agrada cada muestra, marcando uno de las categorías de la escala, que va desde “me disgusta mucho” hasta “me gusta mucho” (Ramírez, 2012) (ver anexo 1).

Los análisis sensoriales se realizaron en los mejores tratamientos de acuerdo al análisis de capacidad antioxidante y las características fisicoquímicas.

3.4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Se realizaron los análisis microbiológicos especificados en la NTE INEN 2337 (2008), la cual incluye los siguientes parámetros:

- Coliformes NMP/cm³
- Coliformes fecales NMP/cm³
- Recuento estándar en placa REP UFC/cm³
- Recuento de mohos y levaduras UP/cm³

Los análisis microbiológicos se realizaron en el o los mejores tratamientos de acuerdo al análisis de capacidad antioxidante y las características fisicoquímicas.

3.5 FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudio o variables independientes que se consideraron para la presente investigación son los componentes principales de la bebida refrescante, y son los siguientes:

- X₁: Zumo de bilimbi
- X₂: Zumo de sandía
- X₃: Agua

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación fue de tipo experimental y se utilizó el programa estadístico Statgraphics Centurión XVI.I para obtener un Diseño de mezclas Simplex-

Centroide, con una réplica, mediante el cual se evaluó el efecto de las mezclas en la capacidad antioxidante, características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida refrescante, para las mezclas se utilizaron niveles bajos y altos de los tres principales componentes (zumo de bilimbi, zumo de sandía y agua) (ver tabla 3.1), los cuales se establecieron de acuerdo a la NTE INEN 2337 (2008), que indica que las bebidas de frutas deben tener un aporte de mínimo el 10% de frutas, con excepción de las frutas de alta acidez, en las cuales su aporte deberá ser mínimo del 5%. En el diseño de mezclas los componentes están ajustados para que la sumatoria de los mismos sea 100% (ver tabla 3.2).

Tabla 3.1 Componentes de la mezcla

Componentes	Bajo	Alto
Zumo de bilimbi	20	30
Zumo de sandía	40	50
Agua	30	40

Tabla 3.2 Tratamientos obtenidos mediante el Diseño de mezclas Simplex-Centroide

Tratamientos	% Zumo de bilimbi	% Zumo de sandía	%Agua
T1	30.00	40.00	30.00
T2	20.00	50.00	30.00
T3	20.00	40.00	40.00
T4	25.00	45.00	30.00
T5	25.00	40.00	35.00
T6	20.00	45.00	35.00
T7	23.33	43.33	33.33
T8	26.67	41.67	31.67
T9	21.67	46.67	31.67
T10	21.67	41.67	36.67

3.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Primera fase: La unidad experimental fue de 1000 mL de bebida refrescante de frutas por cada tratamiento (mezcla), que a la vez fue replicado una vez,

obteniéndose así un total de 20 unidades experimentales. La bebida se elaboró utilizando las diferentes proporciones de zumo de bilimbi, zumo de sandía y agua obtenidas en el diseño de mezclas Simplex-Centroide, adicionalmente se agregó el 10 % de azúcar y el 0.07 % de goma Xanthan.

La bebida fue envasada en botellas de vidrio de 311 mL para almacenarlas en refrigeración a 4°C y posteriormente realizar los análisis de capacidad antioxidante y fisicoquímicos.

Segunda fase: La unidad experimental fue de 1250 mL de bebida refrescante de frutas, considerando solo los mejores tratamientos (mezclas) de acuerdo al análisis de capacidad antioxidante y las características fisicoquímicas. La bebida se elaboró utilizando las diferentes proporciones de zumo de bilimbi, zumo de sandía y agua obtenidas en el diseño de mezclas Simplex-Centroide, adicionalmente se agregó el 10 % de azúcar y el 0.07 % de goma Xanthan.

La bebida fue envasada en botellas de vidrio de 311 mL para almacenarlas en refrigeración a 4°C y posteriormente realizar los análisis microbiológicos y sensoriales.

3.8 VARIABLES A MEDIR

3.8.1 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

- Capacidad antioxidante

3.8.2 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

- pH
- Sólidos solubles (°Brix)
- Viscosidad

3.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para el cumplimiento de los objetivos se desarrollaron las siguientes actividades:

FASE 1: Determinar la capacidad antioxidante de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía.

3.9.1 EXTRACCIÓN DE LOS ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA

CLASIFICACIÓN: El bilimbi se obtuvo de una finca ubicada en el sitio “El Bejuco” perteneciente al Cantón Chone, separando los frutos que presentaban magulladuras o cortes, mientras que, la sandía de variedad Crimson Sweet se obtuvo en el mercado municipal de la ciudad de Calceta. Los frutos se clasificaron de acuerdo a su índice de madurez considerando un rango de 4 a 5 °Brix y 1.35 a 1.40 % de acidez para el bilimbi, y un rango de 7 a 8 °Brix y 0.07 a 0.08 % de acidez en la sandía.

LAVADO: Las frutas por separado se lavaron en una solución de agua con hipoclorito de sodio en una concentración de 100 ppm para su correcta desinfección.

CORTADO: De forma manual utilizando un cuchillo, se realizaron cortes verticales de aproximadamente 1 cm en los frutos de bilimbi, mientras que, la sandía se cortó por la mitad y luego se realizaron cortes en la parte comestible de la fruta, para separarla de la cáscara.

LICUADO: Para obtener los zumos de bilimbi y sandía se licuaron cada una de las frutas por separado en una licuadora industrial marca Montero con capacidad de 10 litros durante 1 minuto a 3000 rpm.

FILTRADO: En un tamiz redondo de malla (1 mm) y acero inoxidable de 20 cm de diámetro se filtraron cada uno de los zumos, separando el bagazo obtenido del proceso de licuado.

ALMACENAMIENTO: Los zumos de bilimbi y sandía fueron almacenados en refrigeración a 4°C durante 24 horas, y posteriormente se utilizaron en la elaboración de la bebida refrescante.

3.9.2 ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REFRESCANTE

RECEPCIÓN: La materia prima y los insumos necesarios se receptaron aplicando buenas prácticas de manufactura, de esta manera se aseguró la calidad del producto final.

FORMULACIÓN: Para cada formulación se aplicaron las combinaciones obtenidas mediante el diseño de mezclas Simplex-Centroide.

MEZCLADO: En una olla de acero inoxidable se ubicaron los tres componentes principales de la bebida, que son, zumo de bilimbi, zumo de sandía y agua, luego se llevó a calentamiento hasta obtener los 55°C, temperatura a la cual se agregaron el azúcar y la goma Xanthan, inmediatamente se removió hasta obtener una dilución homogénea.

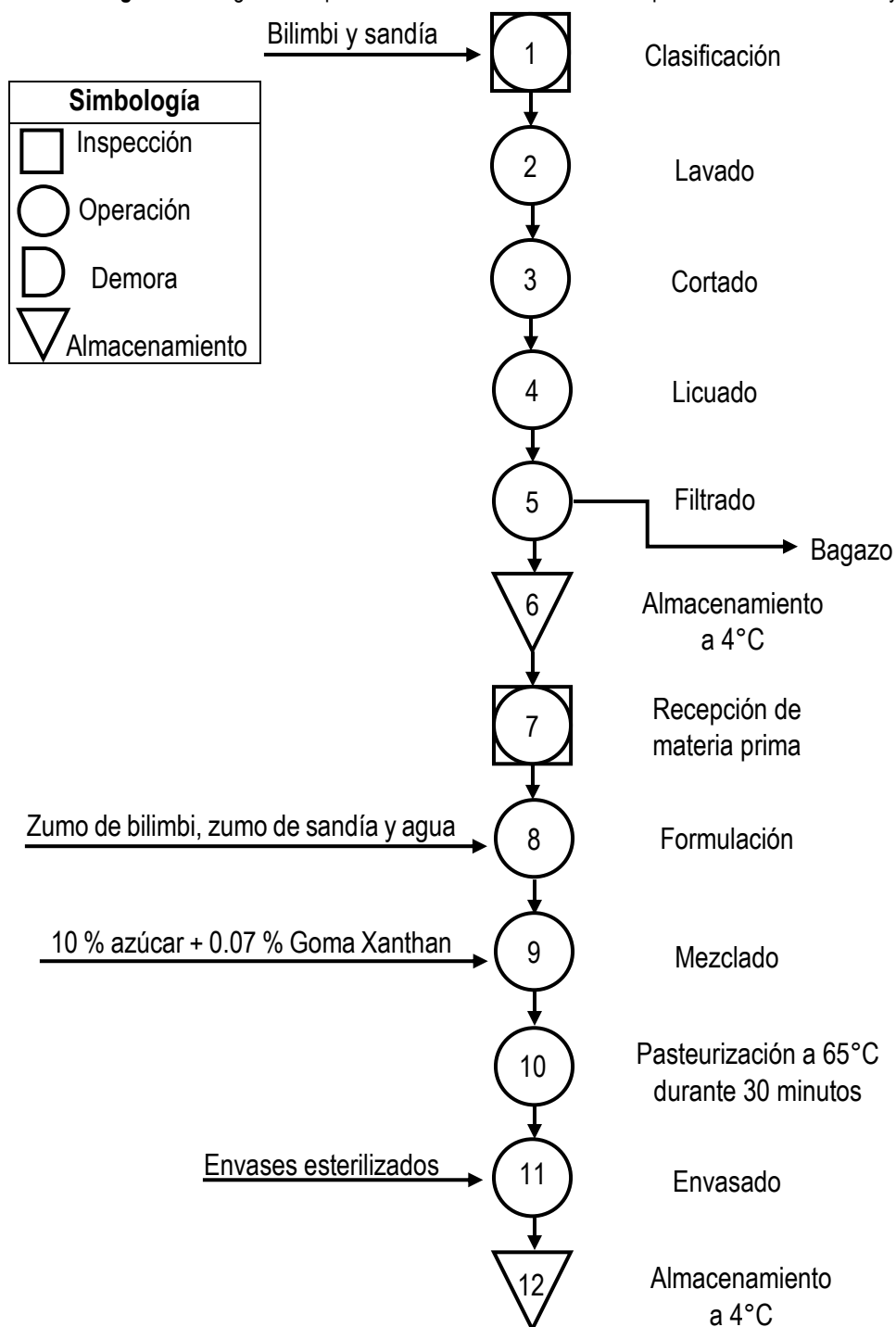
PASTEURIZACIÓN: La bebida se pasteurizó a 65°C durante 30 minutos para eliminar los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en la misma, asegurando así la inocuidad del producto.

ENVASADO: La bebida pasteurizada fue llenada inmediatamente en envases de vidrio de 311 mL, los mismos que previamente fueron esterilizados, para mantener la calidad e inocuidad de la bebida. Posteriormente, los envases se sellaron utilizando una tapadora manual.

ALMACENAMIENTO: La bebida fue almacenada en refrigeración a 4°C durante 15 días para la conservación y prolongación de su vida útil.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron durante el periodo de almacenamiento (10 días) y los de capacidad antioxidante se realizaron después de cumplir el periodo de almacenamiento.

Figura 3.1 Diagrama de procesos de la bebida refrescante a partir de zumos de bilimbi y sandía



3.9.3 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Para realizar los análisis de capacidad antioxidante, se tomó una botella de vidrio 311 mL al azar por cada unidad experimental y se trasladaron al Laboratorio de la Universidad Técnica de Manabí, extensión Chone.

Estos análisis se llevaron a cabo después de cumplir con el período de almacenamiento (refrigeración a 4°C), es decir, 15 días después de la elaboración de la bebida refrescante.

FASE 2: Establecer las características fisicoquímicas de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía de acuerdo con la norma técnica NTE INEN 2337.

3.9.4 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Para realizar los análisis fisicoquímicos de la bebida refrescante, se tomó al azar una botella de vidrio 311 mL de cada unidad experimental. Estos análisis se llevaron a cabo 10 días después de la elaboración de la bebida, durante su período de almacenamiento a 4°C.

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos se evaluaron mediante gráficos de superficie de respuesta.

3.9.5 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Para realizar los análisis microbiológicos se ejecutó nuevamente el procedimiento de elaboración de la bebida refrescante, considerando solo los tratamientos 1, 6, 7 y 10, que resaltaron por presentar mejores resultados en los análisis de capacidad antioxidante y las características fisicoquímicas. La unidad experimental en la segunda ejecución de la bebida refrescante a base de zumos de bilimbi y sandía fue de 1250 mL, y se almacenó durante 15 días.

Después, se tomó una botella de vidrio 311 mL al azar de las bebidas que fueron elaboradas nuevamente, para realizar los análisis microbiológicos. Estos análisis se llevaron a cabo durante el período de almacenamiento (refrigeración a 4°C), para la cual se consideraron 12 días después de la elaboración de la bebida refrescante. De esta manera, se buscó asegurar la calidad e inocuidad de la bebida para posteriormente realizar el análisis sensorial.

Para determinar si los resultados se encuentran dentro del rango establecido por la NTE INEN 2337, se realizará una tabla de comparación con los resultados obtenidos y los límites permisibles establecidos en la norma técnica.

FASE 3: Evaluar la preferencia de la bebida refrescante a base de mezclas de zumos de bilimbi y sandía mediante una prueba sensorial afectiva con 30 catadores no entrenados.

3.9.6 EVALUACIÓN SENSORIAL

De cada unidad experimental elaborada en la segunda ejecución, se tomaron las tres botellas de vidrio 311 mL restantes de la bebida refrescante para aplicar el test de evaluación sensorial a los catadores no entrenados.

La Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (2014), indica que para realizar un análisis sensorial mediante una prueba hedónica se debe contar con mínimo 30 panelistas no entrenados. Por lo cual, el análisis sensorial se realizó a 30 catadores no entrenados de la carrera de Agroindustria de la ESPAM MFL, este análisis inició con una breve inducción de la bebida refrescante elaborada a base de zumos de bilimbi y sandía, a cada catador se le entregaron 20 mL de muestra por cada uno de los tratamientos evaluados de la bebida refrescante, la misma que encontraba a temperatura de refrigeración (4°C) y 100 mL de agua, que sirvieron como borrador después de evaluar cada tratamiento, finalmente se dieron a conocer las indicaciones para realizar el test de evaluación sensorial.

Estos análisis se llevaron a cabo después de cumplir el período de almacenamiento (refrigeración a 4°C), es decir, 15 días después de la elaboración de la bebida refrescante.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis de los datos obtenidos se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics centurión XVI.I mediante el diseño de mezclas Simplex-Centroide, de esta manera se obtuvieron las combinaciones ideales de los principales componentes de la bebida refrescante con capacidad antioxidante. Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y de capacidad antioxidante se evaluaron mediante gráficos de superficie de respuesta.

Los resultados que se obtuvieron de los análisis sensoriales se analizaron utilizando las medidas de tendencia central y dispersión, es decir, media, mediana, moda y desviación estándar.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA

En la tabla 4.1 se presentan los resultados obtenidos después de ajustar los datos de capacidad antioxidante a los diferentes modelos según el diseño de mezclas aplicado, cada modelo muestra un p-valor que prueba si el modelo es estadísticamente significativo, en este caso el modelo cuadrático es el que presenta un p-valor <0.05 , lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo, y que trabaja con un nivel de confianza del 95.0 %, resultando el modelo más adecuado para los datos.

Tabla 4.1 Efectos estimados del modelo completo para capacidad antioxidante

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	5.80563E7	1	5.80563E7		
Bloques	10192.6	1	10192.6	0.27	0.6100
Lineal	21814.4	2	10907.2	0.26	0.7706
Cuadrático	378682.	3	126227.	5.86	0.0093
Cúbico Especial	41187.3	1	41187.3	2.07	0.1760
Error	238989.	12	19915.8		
Total	5.87472E7	20			

En la tabla 4.2 se presenta el anova ajustado al modelo cuadrático que fue seleccionado anteriormente, en esta se indica que el p-valor de este modelo es <0.05 , es decir, que existe una relación estadísticamente significativa entre la capacidad antioxidante y los componentes de la bebida, considerando un nivel de confianza del 95.0 %.

Tabla 4.2 Anova ajustado al modelo cuadrático para capacidad antioxidante

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo Cuadrático	410652.	6	68442.0	3.18	0.0382
Error total	280214.	13	21554.9		
Total (corr.)	690866.	19			

En la tabla 4.3 se presentan los resultados de ajuste del modelo cuadrático para capacidad antioxidante, en la cual se indica el valor estimado para cada uno de

los componentes de la bebida refrescante para obtener la ecuación del modelo cuadrático para este parámetro.

Tabla 4.3 Resultados de ajuste del modelo cuadrático para capacidad antioxidante

Parámetro	Estimado	Error Estándar
A: Zumo de bilimbi	1635.93	100.122
B: Zumo de sandía	1536.64	100.122
C: Agua	1535.29	100.122

R-cuadrada = 0.594402

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.407203

Error estándar del estimado = 146.816

La ecuación del modelo cuadrático ajustado para capacidad antioxidante es:

$$\text{Capacidad antioxidante} = A (1635.93) + B (1536.64) + C (1535.29)$$

Las figuras 4.1 y 4.2 correspondientes al gráfico de superficie de respuesta estimada y gráfico de contorno de la superficie respectivamente, se obtuvieron mediante la ecuación del modelo cuadrático ajustado para capacidad antioxidante, estas figuras indican que el tratamiento 4 compuesto por 25 % de zumo de bilimbi + 45 % de zumo de sandía + 30 % de agua, se encuentra en el área que alcanzó menor capacidad antioxidante en la bebida refrescante con un valor de 1504.3 μmol Equivalente de Trolox/mL, mientras que, el tratamiento 7 compuesto por 23.33 % de zumo de bilimbi + 43.33 % de zumo de sandía + 33.33 % de agua, se encuentra en la región con valores más elevados alcanzando un valor de 2082.85 μmol Equivalente de Trolox/mL.

Figura 4.1 Superficie de respuesta estimada para capacidad antioxidante

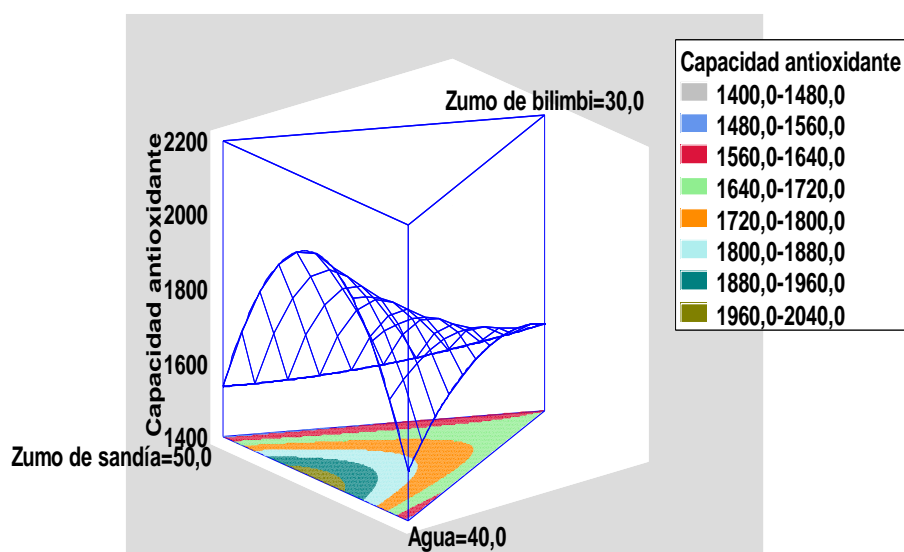
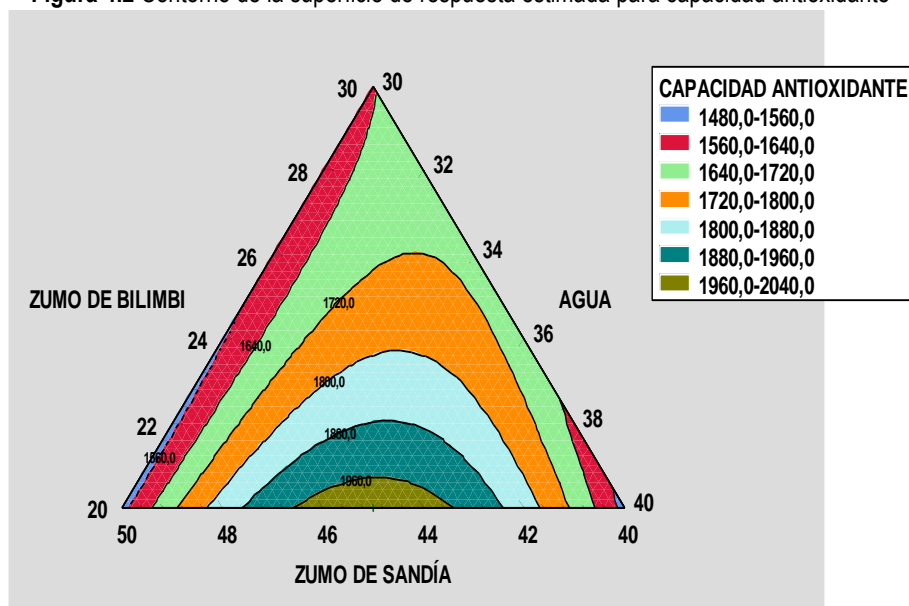


Figura 4.2 Contorno de la superficie de respuesta estimada para capacidad antioxidante



4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA DE ACUERDO CON LA NORMA TÉCNICA NTE INEN 2337

4.2.1 pH

En la tabla 4.4 se muestran los resultados obtenidos después de ajustar los datos de pH a los diferentes modelos según el diseño aplicado, cada modelo muestra un p-valor que prueba si el modelo es estadísticamente significativo, considerando esto, se determina que el modelo cuadrático es el adecuado para los datos porque presenta un p-valor <0.05 , lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo, y que trabaja con un nivel de confianza del 95.0 %.

Tabla 4.4 Efectos estimados para el modelo completo de pH

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	271.437	1	271.437		
Bloques	0.05	1	0.05	0.99	0.3330
Lineal	0.604959	2	0.302479	15.90	0.0002
Cuadrático	0.268755	3	0.0895849	32.74	0.0000
Cúbico Especial	0.00385453	1	0.00385453	1.46	0.2504
Error	0.0317118	12	0.00264265		
Total	272.396	20			

En la tabla 4.5 se muestra el anova ajustado al modelo cuadrático que fue seleccionado anteriormente, en esta se indica que el p-valor de este modelo es <0.05, es decir, que existe una relación estadísticamente significativa entre el pH y los componentes de la bebida, considerando un nivel de confianza del 95.0 %.

Tabla 4.5 Anova ajustado al modelo cuadrático para pH

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo Cuadrático	0.923738	6	0.153956	56.31	0.0000
Error total	0.0355423	13	0.00273402		
Total (corr.)	0.95928	19			

En la tabla 4.6 se muestran los resultados de ajuste del modelo cuadrático para pH, en la cual se indica el valor estimado para cada uno de los componentes de la bebida refrescante para obtener la ecuación del modelo cuadrático para este parámetro.

Tabla 4.6 Resultados de ajuste del modelo cuadrático para pH

Parámetro	Estimado	Error Estándar
A: Zumo de bilimbi	3.17774	0.0356582
B: Zumo de sandía	3.81683	0.0356582
C: Agua	3.58319	0.0356582

R-cuadrada = 0.962949

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.945849

Error estándar del estimado = 0,0522879

La ecuación del modelo cuadrático ajustado para pH es:

$$\text{pH} = A (3.17774) + B (3.81683) + C (3.58319)$$

Las figuras 4.3 y 4.4 correspondientes al gráfico de superficie de respuesta estimada y gráfico de contorno de la superficie respectivamente, se obtuvieron mediante la ecuación del modelo cuadrático ajustado para pH, estas figuras indican que el tratamiento 1 compuesto por 30 % de zumo de bilimbi + 40 % de zumo de sandía + 30 % de agua, fue el que obtuvo menor pH en la bebida refrescante con un valor de 3.16, lo cual es favorable para prevenir el crecimiento de bacterias, obteniendo un producto más estable microbiológicamente; mientras que el tratamiento 6 compuesto por 20 % de zumo de bilimbi + 45 % de zumo de sandía + 35 % de agua, fue el que obtuvo mayor pH en la bebida

refrescante con un valor de 3.92, lo que puede ser un factor que permita el desarrollo de microorganismos patógenos.

Figura 4.3 Superficie de respuesta estimada para pH

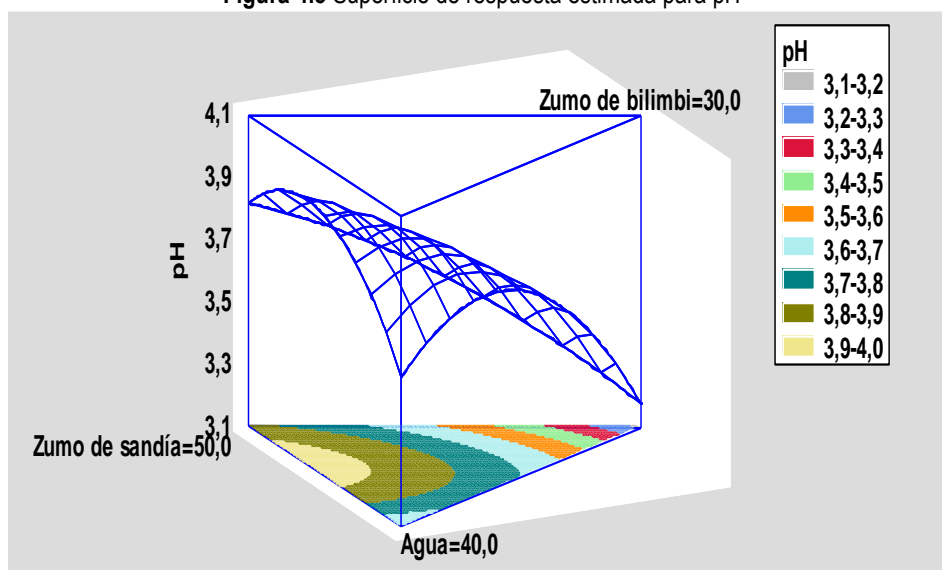
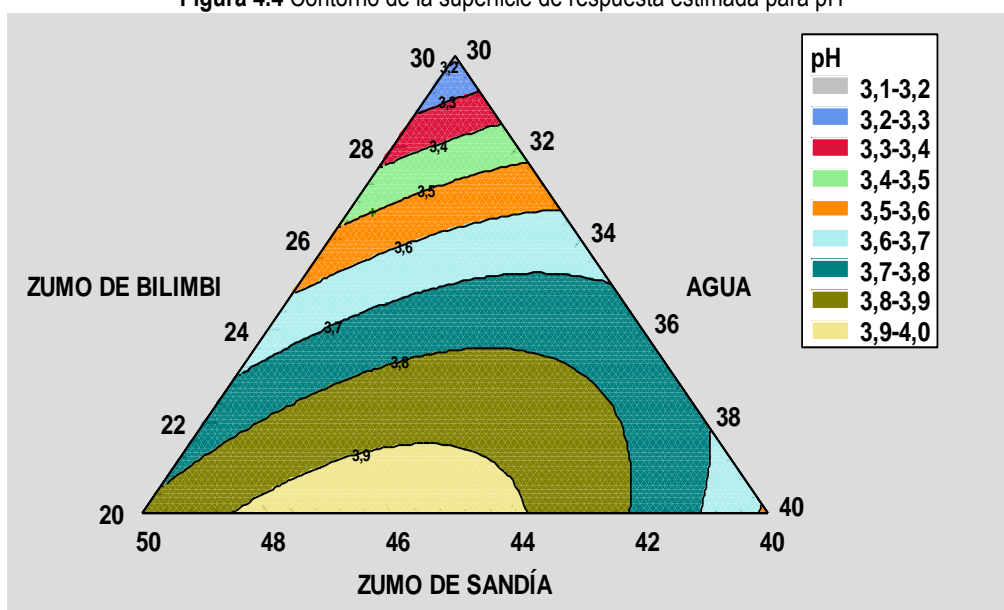


Figura 4.4 Contorno de la superficie de respuesta estimada para pH



4.2.2 SÓLIDOS SOLUBLES

En la tabla 4.7 se presentan los resultados obtenidos después de ajustar los datos de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) a los diferentes modelos del diseño de mezclas aplicado, cada modelo muestra un p-valor que prueba si el modelo es estadísticamente significativo, en este caso el p-valor de todos los modelos es >0.05 , lo que indica que ningún modelo es estadísticamente significativo.

Tabla 4.7 Efectos estimados para el modelo completo de sólidos solubles

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	4263.2	1	4263.2		
Bloques	0.002	1	0.002	0.01	0.9440
Lineal	1.12662	2	0.563312	1.51	0.2509
Cuadrático	2.48635	3	0.828784	3.09	0.0644
Cúbico Especial	0.242537	1	0.242537	0.90	0.3621
Error	3.24249	12	0.270207		
Total	4270.3	20			

En la tabla 4.8 se presentan los resultados del modelo completo para sólidos solubles, en la cual se pueden observar los estadísticos de error estándar de los estimados, la R-cuadrada y la R-cuadrada ajustada, para cada uno de los modelos, de acuerdo con esto, se determina que el modelo más adecuado es el que maximiza la R-cuadrada ajustada, siendo este el modelo cuadrático.

Tabla 4.8 Resultados del modelo completo para sólidos solubles

Modelo	ES	R-cuadrada	R-cuadrada ajustada
Lineal	0.61091	15.90	0.13
Cuadrático	0.517763	50.92	28.26
Cúbico Especial	0.519815	54.33	27.69

En la tabla 4.9 se presenta el anova ajustado al modelo cuadrático que fue seleccionado anteriormente, en esta se indica que el p-valor de este modelo es >0.05 , es decir, que no existe una relación estadísticamente significativa entre los sólidos solubles y los componentes de la bebida, considerando un nivel de confianza del 95.0 %.

Tabla 4.9 Anova ajustado al modelo cuadrático para sólidos solubles

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo Cuadrático	3.61382	6	0.602304	2.25	0.1043
Error total	3.48618	13	0.268167		
Total (corr.)	7.1	19			

En la tabla 4.10 se presentan los resultados de ajuste del modelo cuadrático para sólidos solubles, en la cual se indica el valor estimado para cada uno de los componentes de la bebida refrescante para obtener la ecuación del modelo cuadrático para este parámetro.

Tabla 4.10 Resultados de ajuste del modelo cuadrático para sólidos solubles

Parámetro	Estimado	Error Estándar
A: Zumo de bilimbi	14.2407	0.353152
B: Zumo de sandía	15.5225	0.353152
C: Agua	14.8771	0.353152

R-cuadrada = 0.508989

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.282369

Error estándar del estimado = 0.517849

La ecuación del modelo cuadrático ajustado para sólidos solubles (°Brix) es:

$$\text{Sólidos solubles (°Brix)} = A (14.2407) + B (15.5225) + C (14.8771)$$

Las figuras 4.5 y 4.6 correspondientes al gráfico de superficie de respuesta estimada y gráfico de contorno de la superficie respectivamente, se obtuvieron mediante la ecuación del modelo cuadrático ajustado para sólidos solubles (°Brix), en las mismas se observa que el tratamiento 2 compuesto por 20 % de zumo de bilimbi + 50 % de zumo de sandía + 30 % de agua, y el tratamiento 5 compuesto por 25 % de zumo de bilimbi + 40 % de zumo de sandía + 35 % de agua, se ubicaron en el área con mayor porcentaje de sólidos solubles con un valor de 15.45 °Brix en ambos tratamientos, sin embargo, estos valores superan a los límites permitidos en la NTE INEN 2304. Por otro parte, el tratamiento 7 compuesto por 23.33 % de zumo de bilimbi + 43.33 % de zumo de sandía + 33.33 % de agua, obtuvo un porcentaje de 14.85°Brix, correspondiente a la región del rango de 14.8 a 15.1°Brix, valores que se encuentra dentro de los límites permitidos por la normativa vigente

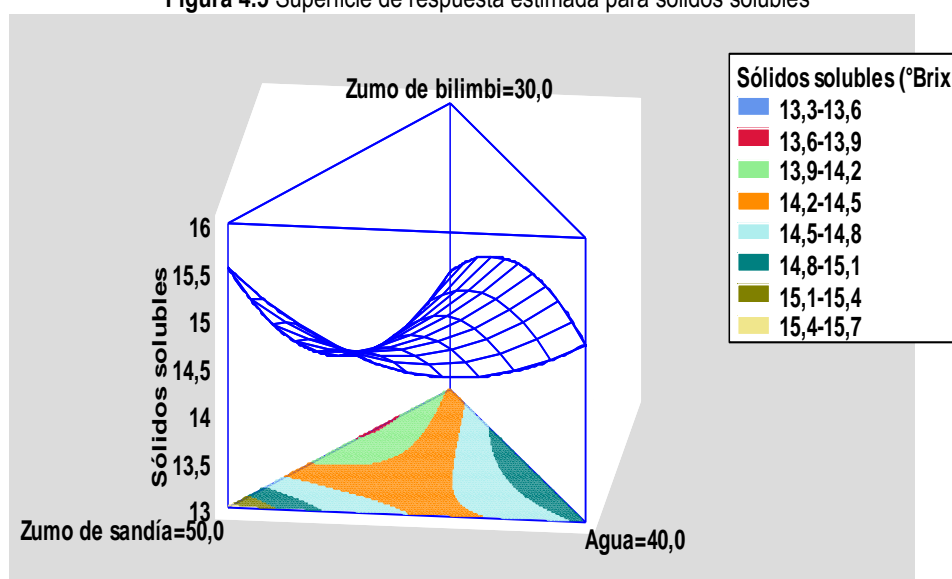
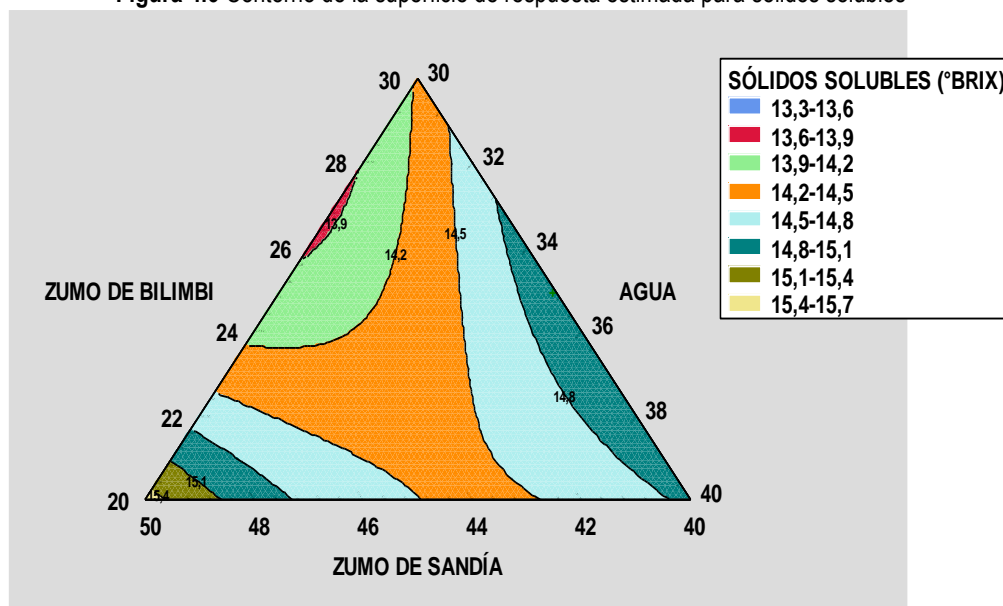
Figura 4.5 Superficie de respuesta estimada para sólidos solubles

Figura 4.6 Contorno de la superficie de respuesta estimada para sólidos solubles



4.2.3 VISCOSIDAD

En la tabla 4.11 se muestran los resultados obtenidos después de ajustar los datos de viscosidad a los diferentes modelos, cada modelo muestra un p-valor que prueba si el modelo es estadísticamente significativo, en este caso el p-valor de todos los modelos es >0.05 , lo que indica que ningún modelo es estadísticamente significativo.

Tabla 4.11 Efectos estimados para el modelo completo de viscosidad

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Media	61.25	1	61.25		
Bloques	0.018	1	0.018	0.36	0.5586
Lineal	0.0605554	2	0.0302777	0.57	0.5772
Cuadrático	0.0150494	3	0.00501646	0.08	0.9708
Cúbico Especial	0.00078484	1	0.00078484	0.01	0.9172
Error	0.83561	12	0.0696342		
Total	62.18	20			

En la tabla 4.12 se muestran los resultados del modelo completo para viscosidad, en la cual se pueden observar los estadísticos de error estándar de los estimados, la R-cuadrada y la R-cuadrada ajustada, para cada uno de los modelos, de acuerdo con esto, se determina que el modelo más adecuado es el que maximiza la R-cuadrada ajustada, en este caso ningún modelo permite establecer el mejor, por lo tanto, se considera el valor máximo de la R-cuadrada resultando ser el cúbico especial.

Tabla 4.12 Resultados del modelo completo para viscosidad

Modelo	ES	R-cuadrada	R-cuadrada ajustada
Lineal	0.230684	8.45	0.00
Cuadrático	0.25365	10.07	0.00
Cúbico Especial	0.263883	10.15	0.00

En la tabla 4.13 se presenta el anova ajustado al modelo cúbico especial que fue seleccionado anteriormente, en esta se indica que el p-valor de este modelo es >0.05 , es decir, que no existe una relación estadísticamente significativa entre la viscosidad y los componentes de la bebida, considerando un nivel de confianza del 95.0 %.

Tabla 4.13 Anova ajustado al modelo cúbico especial para viscosidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo Cúbico Especial	0.0944192	7	0.0134885	0.19	0.9810
Error total	0.835581	12	0.0696317		
Total (corr.)	0.93	19			

En la tabla 4.14 se muestran los resultados de ajuste del modelo cúbico especial para viscosidad, en la cual se indica el valor estimado para cada uno de los componentes de la bebida refrescante para obtener la ecuación del modelo cúbico especial para este parámetro.

Tabla 4.14 Resultados de ajuste del modelo cúbico especial para viscosidad

Parámetro	Estimado	Error Estándar
A: Zumo de bilimbi	1.80307	0.180375
B: Zumo de sandía	1.68944	0.180375
C: Agua	1.85307	0.180375

R-cuadrada = 0.101526

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.0

Error estándar del estimado = 0.263878

La ecuación del modelo cúbico especial ajustado para viscosidad es:

$$\text{Viscosidad} = A (1.80307) + B (1.68944) + C (1.85307)$$

Las figuras 4.7 y 4.8 correspondientes al gráfico de superficie de respuesta estimada y gráfico de contorno de la superficie respectivamente, se obtuvieron mediante la ecuación del modelo cúbico especial para viscosidad, en las cuales

se observa que no existe diferencia marcada del resultado de viscosidad entre las diferentes proporciones de los componentes.

Figura 4.7 Superficie de respuesta estimada para viscosidad

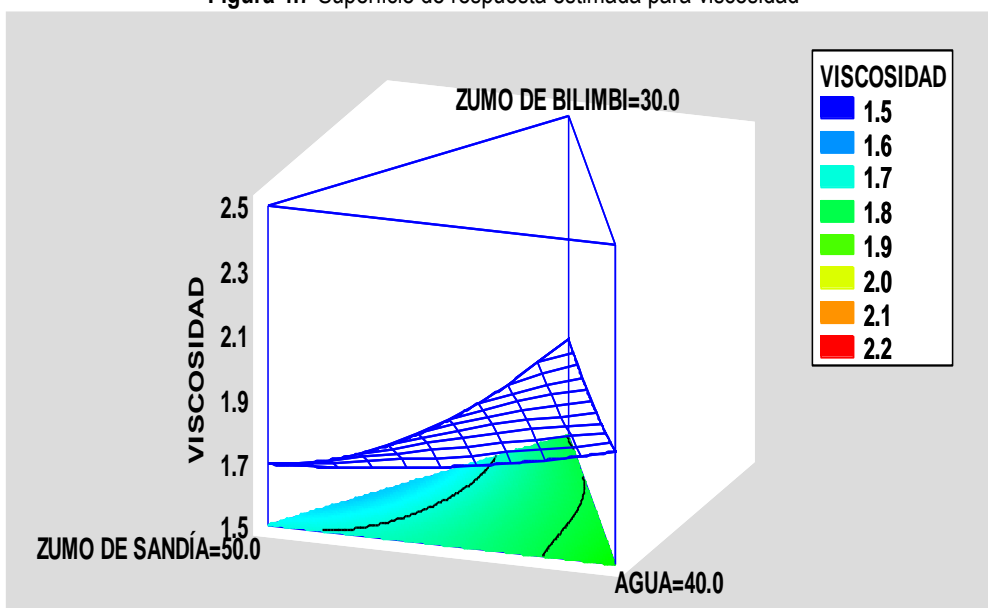
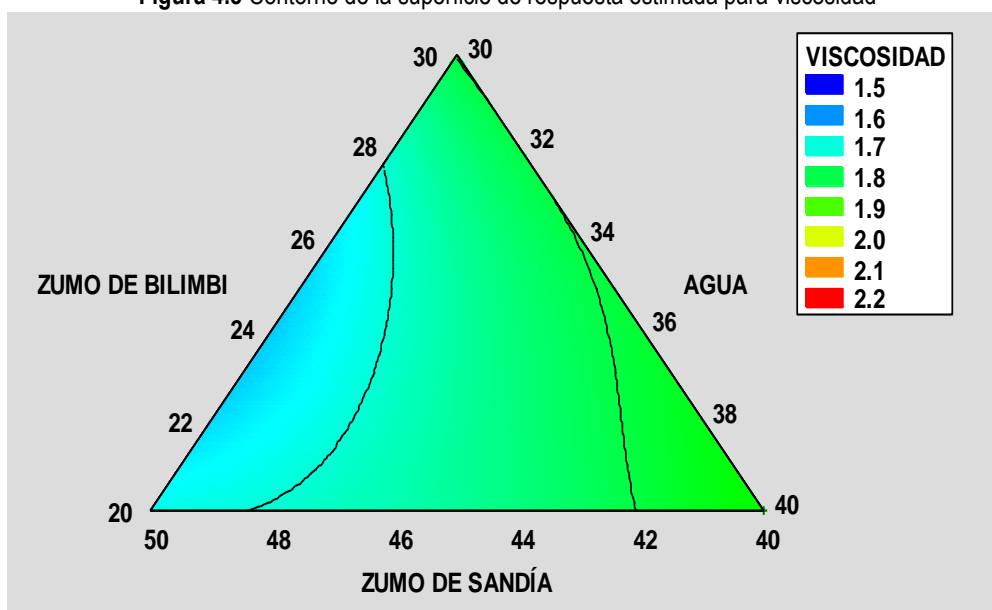


Figura 4.8 Contorno de la superficie de respuesta estimada para viscosidad



4.3 MEJORES TRATAMIENTOS

En la tabla 4.15 se muestran los promedios de los resultados obtenidos en los análisis de capacidad antioxidante y fisicoquímicos de los mejores tratamientos.

Tabla 4.15 Promedios de los resultados de capacidad antioxidante y características fisicoquímicas de los mejores tratamientos

Tratamientos	Capacidad antioxidante (μmol Trolox Equivalente/mL de bebida)	pH	Sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$)	Viscosidad (mPa.sm)
T1	1660.45	3.16	14.30	1.85
T6	1992.65	3.92	14.80	1.65
T7	2082.85	3.78	14.85	1.60
T10	1599.30	3.82	13.80	2.30

Considerando los resultados obtenidos del análisis de capacidad antioxidante de la bebida refrescante (Anexo 3-D), se concluye que los mejores tratamientos son aquellos con los valores más altos en este parámetro. En particular, los tratamientos T6 y T7 se destacaron, con un promedio de 1992.65 μmol Trolox Equivalente/mL de bebida y 2082.85 μmol Trolox Equivalente/mL de bebida, respectivamente.

Estos valores difieren con los reportados en la investigación de Arauzo (2021), que evaluó la capacidad antioxidante de una bebida funcional a base de carambola y granadilla, resultando como formulación óptima la combinación de 50% zumo de carambola y 50% zumo de granadilla, obteniéndose un valor de 53.80 ± 0.85 μmol Trolox Equivalente/mL de capacidad antioxidante, es importante mencionar que en la taxonomía la carambola y el bilimbi pertenecen al mismo género, pero con diferente especie.

De igual manera, Pezo (2023), determinó la capacidad antioxidante de una bebida refrescante y funcional elaborada a partir de pulpa de piña y gel de sábila, alcanzando un valor de 10.495 ± 0.193 μmol Trolox/100mL de capacidad antioxidante durante 15 días de almacenamiento. Sin embargo, Ticsihua y Orejon (2022), reportan resultados de 783.52 μmol Trolox/100 mL de capacidad antioxidante en una bebida funcional a base de tuna blanca y uvilla. Los valores de capacidad antioxidante obtenidos en las investigaciones antes mencionadas difieren de los resultados obtenidos en la presente investigación debido a que las materias vegetales no son las mismas lo que influye directamente en los resultados.

En cuanto a las características fisicoquímicas de la bebida refrescante, la NTE INEN 2337 (2008), indica que el pH debe ser inferior a 4.5, considerando los

resultados obtenidos en este parámetro (Anexo 4-D), todos los tratamientos se encuentran dentro de los límites permitidos por la norma; sin embargo, se determinó que el tratamiento 1 al presentar un valor de 3.16 siendo el pH más bajo fue el mejor tratamiento. Cervantes-Martínez et al. (2017), manifiesta que el pH es un factor que se debe tener en cuenta para el control del desarrollo de los microorganismos, si bien la mayoría de bacterias y hongos se desarrollan en pH igual o mayores a 6.0, algunas también crecen en pH bajos (1.0 - 3.0).

En la investigación realizada por Arauzo (2021), la bebida funcional elaborada con zumos de carambola y granadilla, obtuvo un valor de 3.76 de pH. De manera similar, Pérez (2021), alcanzó un valor de 3.8 de pH en la bebida funcional a base de sábila y Jamaica. Estos valores son similares a los obtenidos en los diferentes tratamientos evaluados de esta investigación.

La NTE INEN 2304 (2017), indica que los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de los refrescos o bebidas no carbonatadas debe ser de máximo 15° Brix, observando los resultados obtenidos en este parámetro (Anexo 4-D), se establece los tratamientos 2, 3 y 5 superan el límite máximo de la norma; los demás tratamientos presentan valores que cumplen con la NTE INEN 2337; sin embargo, se determinó a los tratamientos 6 y 7 como los mejores tratamientos, con valores de 14.80° Brix y 14.85° Brix, respectivamente, por ser los que presentan valores con mayor porcentaje de sólidos solubles pero dentro del límite máximo establecido en la normativa vigente.

Los valores obtenidos difieren con los reportados en la investigación de Arauzo (2021), donde se registró un valor de 13.0° Brix en una bebida de zumos de carambola y granadilla. Por otro lado, Ticsihua y Orejon (2022), alcanzaron un valor de 12.5° Brix en la bebida elaborada a base de tuna blanca y uvilla.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el parámetro de viscosidad (Anexo 4-E), se establece que el tratamiento 10 compuesto por 21.67 % de zumo de bilimbi + 41.67 % de zumo de sandía + 36.67 % de agua, es el que presenta mayor viscosidad con un valor de 2.3 mPa.s. Este valor es diferente al reportado por Vera y Zambrano (2021), el cual obtuvo un valor de 1.133 mPa.s de viscosidad en un néctar mix de cítricos con sábila.

4.4 VALORES ÓPTIMOS

En la tabla 4.16 se presentan los valores óptimos obtenidos mediante el análisis de los datos en el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.I para cada una de las variables evaluadas. En la misma se observa la formulación óptima para maximizar los valores de capacidad antioxidante y viscosidad en la bebida refrescante, mientras que, se busca mantener el pH en 3.5 para prevenir el desarrollo de microorganismos y mantener los sólidos solubles en 15°Brix con el propósito de cumplir con la NTE INEN 2337.

Tabla 4.16 Formulación óptima de los componentes de la bebida para las diferentes variables evaluadas

Variables evaluadas	Meta	Formulación óptima de los componentes de la bebida			Valor óptimo
		Zumo de bilimbi (%)	Zumo de sandía (%)	Agua (%)	
Capacidad antioxidante	Maximizar	20.00	45.00	35.00	2008.0
pH	Mantener el pH 3.5	26.60	43.00	30.40	3.5
Sólidos solubles (°Brix)	Mantener los sólidos solubles en 15 °Brix	24.91	40.08	35.01	15.0
Viscosidad	Maximizar	20	40	40	1.85307

4.5 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

En la tabla 4.17 se exhiben los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos evaluados a los mejores tratamientos (T1, T6, T7 y T10) de la bebida refrescante considerando la NTE INEN 2337.

Tabla 4.17 Resultados de parámetros microbiológicos de los mejores tratamientos de la bebida refrescante

Tratamientos	Pruebas realizadas	Resultado	NTE INEN 2337		Método de ensayo
			Aceptación	Rechazo	
T1 (30% Z. bilimbi + 40% Z. sandía + 30% agua)	Coliformes totales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC Cap. 17.2.012 Official Method 991.14
	Coliformes fecales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC 991.14/AFNOR Método validado 3M 01/2-09/89C.14
	Mohos y levaduras UP/mL	<10	<10	10	AOAC Cap. 17.2.09 Official Method 997.02
T6	Coliformes totales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC Cap. 17.2.012 Official Method 991.14

20% Z. bilimbi + 45% Z. sandía + 35% agua)	Coliformes fecales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC 991.14/AFNOR Método validado 3M 01/2-09/89C.14
	Mohos y levaduras UP/mL	<10	<10	10	AOAC Cap. 17.2.09 Official Method 997.02
T7 (23.33% Z. bilimbi + 43.33% Z. sandía + 33.33% agua)	Coliformes totales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC Cap. 17.2.012 Official Method 991.14
	Coliformes fecales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC 991.14/AFNOR Método validado 3M 01/2-09/89C.14
	Mohos y levaduras UP/mL	<10	<10	10	AOAC Cap. 17.2.09 Official Method 997.02
	Coliformes totales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC Cap. 17.2.012 Official Method 991.14
T10 (21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. sandía + 36.66% agua)	Coliformes fecales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC 991.14/AFNOR Método validado 3M 01/2-09/89C.14
	Mohos y levaduras UP/mL	<10	<10	10	AOAC Cap. 17.2.09 Official Method 997.02
	Coliformes fecales UFC/mL	<3	<3	-	AOAC 991.14/AFNOR Método validado 3M 01/2-09/89C.14

De acuerdo con la NTE INEN 2337 (2008), los parámetros de coliformes totales, coliformes fecales y, mohos y levaduras de los tratamientos evaluados se encuentran dentro de los límites permitidos, lo que asegura la inocuidad de la bebida refrescante. Además, el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (2018), indica que los alimentos no deben contener microorganismos, toxinas o metabolitos que superen los límites aceptables de acuerdo a la NTE INEN 2337 que pongan en peligro la salud humana.

4.6 PREFERENCIA DE LA BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA MEDIANTE UNA PRUEBA SENSORIAL AFECTIVA CON CATADORES NO ENTRENADOS

Se evaluaron las características sensoriales, incluyendo, color, olor, sabor y textura a los mejores tratamientos, siendo estos el T1 (30% Z. bilimbi + 40% Z. sandía + 30% agua), T6 (20% Z. bilimbi + 45% Z. sandía + 35% agua), T7 (23.33% Z. bilimbi + 43.33% Z. sandía + 33.33% agua) y T10 (21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. sandía + 36.66% agua).

4.6.1 COLOR

En la tabla 4.18 se presenta el resumen estadístico del parámetro de color evaluado en los mejores tratamientos, en la cual se observa que el tratamiento 10 (21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. de sandía + 36.66% agua) presentó el mayor promedio con un valor de 4.13, es decir, obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los catadores no entrenados. Además, se observa una mayor tendencia en el puntaje 5 correspondiente a la categoría “me gusta mucho”.

Tabla 4.18 Resumen estadístico para color en los mejores tratamientos

Tratamientos	Recuento	Promedio	Mediana	Moda	Desviación Estándar
T1 (30% Z. bilimbi + 40% Z. sandía + 30% agua)	30	3.26667	3.0	4.0	0.980265
T6 (20% Z. bilimbi + 45% Z. sandía + 35% agua)	30	2.43333	2.5	3.0	1.22287
T7 (23.33% Z. bilimbi + 43.33% Z. sandía + 33.33% agua)	30	3.66667	4.0	4.0	1.18419
T10 (21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. sandía + 36.66% agua)	30	4.13333	4.0	5.0	0.973204
Total	120	3.375	3.5	4.0	1.25063

4.6.2 OLOR

En la tabla 4.19 se presenta el resumen estadístico del parámetro de olor evaluado en los mejores tratamientos, en la cual se observa que el tratamiento 10 (21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. de sandía + 36.66% agua) presentó el mayor promedio con un valor de 3.47, es decir, obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los catadores no entrenados. Además, se observa una mayor tendencia en el puntaje 3 correspondiente a la categoría “no me gusta, ni me disgusta”.

Tabla 4.19 Resumen estadístico para olor en los mejores tratamientos

Tratamientos	Recuento	Promedio	Mediana	Moda	Desviación Estándar
--------------	----------	----------	---------	------	---------------------

T1 (30% Z. bilimbi + 40% Z. sandía + 30% agua)	30	2.8	3.0	4.0	1.15669
T6 (20% Z. bilimbi + 45% Z. sandía + 35% agua)	30	2.6	3.0	3.0	1.16264
T7 (23.33% Z. bilimbi + 43.33% Z. sandía + 33.33% agua)	30	2.83333	3.0	3.0	1.01992
T10 (21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. sandía + 36.66% agua)	30	3.46667	3.0	3.0	1.22428
Total	120	2.925	3.0	3.0	1.17511

4.6.3 SABOR

En la tabla 4.20 se presenta el resumen estadístico del parámetro de sabor evaluado en los mejores tratamientos, en la cual se observa que el tratamiento 10 (21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. de sandía + 36.66% agua) presentó el mayor promedio con un valor de 4.13, es decir, obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los catadores no entrenados. Además, se observa una mayor tendencia en el puntaje 5 correspondiente a la categoría “me gusta mucho”.

Tabla 4.20 Resumen estadístico para sabor en los mejores tratamientos

Tratamientos	Recuento	Promedio	Mediana	Moda	Desviación Estándar
T1 (30% Z. bilimbi + 40% Z. sandía + 30% agua)	30	3.76667	4.0	5.0	1.25075
T6 (20% Z. bilimbi + 45% Z. sandía + 35% agua)	30	3.4	3.5	4.0	1.16264
T7 (23.33% Z. bilimbi + 43.33% Z. sandía + 33.33% agua)	30	3.93333	4.0	3.0	0.868345

T10					
(21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. sandía + 36.66% agua)	30	4.13333	4.0	5.0	1.04166
Total	120	3.80833	4.0	5.0	1.10989

4.6.4 TEXTURA

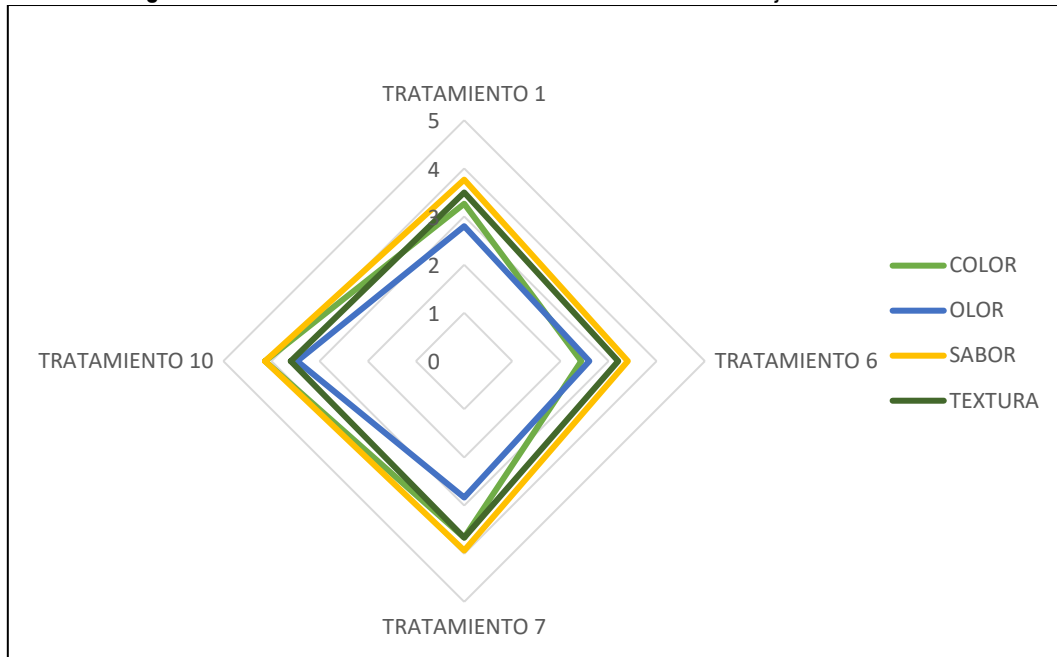
En la tabla 4.21 se presenta el resumen estadístico del parámetro de textura evaluado en los mejores tratamientos, en la cual se observa que el tratamiento 7 (23.33% Z. bilimbi + 43.33% Z. de sandía + 33.33% agua) presentó el mayor promedio con un valor de 3.67, es decir, obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los catadores no entrenados. Además, se observa una mayor tendencia en el puntaje 4 correspondiente a la categoría “me gusta moderadamente”.

Tabla 4.21 Resumen estadístico para textura en los mejores tratamientos

Tratamientos	Recuento	Promedio	Mediana	Moda	Desviación Estándar
T1					
(30% Z. bilimbi + 40% Z. sandía + 30% agua)	30	3.5	4.0	4.0	1.00858
T6					
(20% Z. bilimbi + 45% Z. sandía + 35% agua)	30	3.2	3.0	3.0	1.03057
T7					
(23.33% Z. bilimbi + 43.33% Z. sandía + 33.33% agua)	30	3.66667	4.0	4.0	0.958927
T10					
(21.66% Z. bilimbi + 41.66% Z. sandía + 36.66% agua)	30	3.6	4.0	3.0	1.22051
Total	120	3.49167	3.5	3.0	1.06112

En la figura 4.9 se presenta la gráfica de Radar/Araña del análisis sensorial de los mejores tratamientos que fue elaborada con los promedios de cada parámetro evaluado, en la figura se observa que el tratamiento 10 sobresale por su alta aceptabilidad en los aspectos de color, olor y sabor. Por otro lado, en cuanto a la textura, el tratamiento 7 es el que registra una mayor aceptación.

Figura 4.9 Gráfica de Radar/Araña del análisis sensorial de los mejores tratamientos



En la investigación realizada por Andrade (2019), se determinó que el tratamiento 1 compuesto por 80% sandía + 5% moringa + 15% chía / CMC de la bebida funcional a base de sandía, moringa y chía, fue el de mayor preferencia con los promedios más altos y con la categoría “muy bueno” en los parámetros de sabor, color, textura y olor.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que la capacidad antioxidante de la bebida refrescante oscila entre rangos de 1504.3 a 2082.85 $\mu\text{mol Trolox Equivalente/mL}$ de bebida, siendo los tratamientos 6 y 7 los de mayor valor obtenido, con 1992.65 $\mu\text{mol Trolox Equivalente/mL}$ de bebida y 2082.85 $\mu\text{mol Trolox Equivalente/mL}$ de bebida, respectivamente.
- Las propiedades fisicoquímicas de la bebida refrescante incluyen un pH que varía entre 3.16 y 3.92, valores que se encuentran dentro del rango aceptable según la NTE INEN 2337. En sólidos solubles estos oscilan entre 13.75 y 15.45 °Brix, algunos de los cuales superan el límite máximo establecido por la normativa vigente. Por último, la viscosidad se sitúa entre 1.60 y 2.30 mPa.s.
- El análisis sensorial reveló que el tratamiento 10, compuesto por un 21.66% de zumo de bilimbi, un 41.66% de zumo de sandía y un 36.66% de agua, fue el de mayor preferencia en términos de color, olor y sabor. Por otro lado, el tratamiento 7, compuesto por un 23.33% de zumo de bilimbi, un 43.33% de zumo de sandía y un 33.33% agua, destacó por ser el preferido en cuanto a la textura.

5.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar la formulación óptima de la bebida refrescante, que está compuesta por 20 % de zumo de bilimbi + 45 % de zumo de sandía + 35 % de agua para maximizar el contenido antioxidante en el desarrollo de nuevos productos que aprovechen estas propiedades antioxidantes.
- Desarrollar formulaciones que aseguren que las bebidas refrescantes cumplen con todos los parámetros establecidos en la NTE INEN correspondiente.
- Emplear los porcentajes de los tratamientos que obtuvieron mayor preferencia en los parámetros sensoriales evaluados para crear una

formulación que satisfaga las preferencias de la mayoría de los catadores en todos los parámetros evaluados.

BIBLIOGRAFÍAS

- Andrade, A. (2019). *Efecto del E-415 Y E-466 en la estabilidad de la nube de fibra en una bebida funcional con base de sandía (Citrullus lanatus), moringa (Moringa oleífera) y chía (Salvia hispánica)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Mocache-Los Ríos. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3d87ead2-f3e1-4120-996f-1b89e22a6cf2/content>
- Arauzo, J. (2021). *Capacidad antioxidante y polifenoles de una bebida funcional de carambola (Averrhoa carambola L.) y granadilla (Passiflora ligularis)*. Universidad Nacional del Centro de Perú, Junín-Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8950/TESES%20JAVIER%20ARAUZO%20RAYMUNDO%20SIN%20TURNITIN_removed.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias Ochoa, D. I. (2014). *Evaluación del rendimiento y comportamiento de tres variedades de sandía (Citrullus lanatus) en la comunidad Las Casitas, Santa Rosa, El Oro*. Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5480/1/tag305.pdf>
- Asqui, L. (2020). *Evaluación de variedades e híbridos de sandía (Citrullus lanatus (THUNB.) MATSUM. & NAKAI), injertados sobre patrón de calabaza, Naranjito-Guayas*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil-Ecuador. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ASQUI%20YANEZ%20LUIS%20CESAR_compressed.pdf
- Cárdenas, G., Arrazola, G., y Villalba, M. (2016). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Revista de la Facultad de Ingeniería INGENIUM*, 17(33).
- Carrillo, F. (2020). *Adaptabilidad de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus) en el cantón Patate*. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos-Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31884/1/Tesis-259%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20CD%20676%20Francisco%20Carrillo.pdf>
- Cervantes-Martínez, J., Orihuela-Equihua, R., y Rutiaga-Quiñones, J. (2017). Acerca del desarrollo y control de microorganismos en la fabricación de papel. *Conciencia Tecnológica*(54), 54-58. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6405830.pdf>
- Corporación Financiera Nacional [CFN]. (2023). *Ficha sectorial: Bebidas no alcohólicas*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Bebidas-no-alcoholicas.pdf>
- Dangat, B., Shinde, A., Jagtap, D., Desai, V., Shinde, P., y Gurav, R. (2014). Mineral analysis of Averrhoa bilimbi L. – A potencial fruit. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 7.

- Flores, C. (2019). *Efecto de la concentración de extracto de hojas de Moringa (Moringa oleifera) y Chía (Salvia hispánica L.) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú. http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5573/1/RE_ALI_CARLOS.FLORES_CONCENTRACION.EXTRACTO.MORINGA.CHIA_DATOS.pdf
- Google Maps. (2023). *Carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí*. <https://www.google.com/maps/dir/Plaza+Civica+de+Calceta,+Calceta/5RF7%2BCF3+Escuela+Superior+Polit%C3%A9cnica+Agropecuaria+de+Manab%C3%AD,+Calceta/@-0.8309121,-80.1845937,1553m/data=!3m1!1e3!4m3!1m25!1m1!1s0x902ba10d4a58fa35:0xf464b799ab07bbce!2m>
- Google Maps. (2023a). *Universidad Técnica de Manabí: Extensión Chone*. <https://www.google.com.ec/maps/place/0%C2%B041'15.8%22S+80%C2%B007'25.4%22W/@-0.6877197,-80.1249993,18z/data=!3m1!1e3!4m4!3m3!8m2!3d-0.6877224!4d-80.1237118?hl=es&entry=ttu>
- Jayawardane, K., Hettiarachchi, H., y Gunathilake, K. (2022). Functional properties of Averrhoa bilimbi and green synthesis and characterization of silver nanoparticles using its fruit extracts. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 10(2). doi:<https://doi.org/10.22271/plants.2022.v10.i2a.1385>
- Moreira-Vera, D., Ormaza-Loor, G., y Quiroz-Saltos, K. (2020). Malteado y variedad de maíz en las características fisicoquímicas y sensoriales en una bebida refrescante. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 4(7). doi:<https://doi.org/10.46296/yc.v4i7edespdic.0078>
- Muhammad, A., y Uddin, Q. (2016). Averrhoa bilimbi Linn.: A review of its ethnomedicinal uses, phytochemistry, and pharmacology. *Revista Pharmacy & Bioallied Sciences*, 8(4). doi:<https://doi.org/10.4103%2F0975-7406.199342>
- Murillo, A., y Rodríguez, D. (2018). *Alimentación saludable, la gran tendencia del consumo actual*. Universidad Autónoma de Occidente, Cali-Colombia. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10621/T08290.pdf?sequence=5>
- NTE INEN 1842. (2013). *Productos vegetales y de frutas – Determinación de pH (IDT)*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_1842_extracto.pdf
- NTE INEN 2304. (2017). *Refrescos o bebidas no carbonatadas.Requisitos*. <https://pdf4pro.com/view/nte-inen-2304-t-201-cnica-ecuadoriana-gob-727b52.html>

- NTE INEN 2337. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos.* <https://ia902908.us.archive.org/11/items/ec.nte.2337.2008/ec.nte.2337.2008.pdf>
- NTE INEN ISO 2173. (2013). *Productos vegetales y de frutas – Determinación de sólidos solubles – Método refractométrico (IDT).* <https://docplayer.es/10151566-Quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-2173-2013-extracto.html>
- Nunes, E. (2017). *Caracterización fisicoquímica, polifenoles y actividad antioxidante en frutos de biribiri (Averrhoa bilimbi L.).* Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Piauí, Teresina. http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/82/2/2017_tcc_enp_essoa.pdf
- Nunes, J., Pinheiro, H., Ceres, D., Landulfo, R., y Morais, L. (2022). Chemical composition, vitamins, and minerals of family farming biribiri (*Averrhoa bilimbi L.*) in the Middle Doce River region, Minas Gerais, Brazil. *Ciencia Rural*, 52(3). doi:<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200816>
- Ortega-Pérez, D., Bustamante-Rua, M., Gutiérrez-Rôa, D., & Correa-Espinal, A. (2015). Diseño de mezclas en formulaciones industriales. *DYNA*, 82(189), 149-156. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v82n189.42785>
- Pacherre, L. G. (2022). *Comercialización de los frutos de sandía (Citrullus lanatus, L.) en la Costa Ecuatoriana.* Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13248/E-UTB-FACIAG-AGRON-000001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, D. (2021). *Desarrollo de una bebida a base de sábila (Aloe Vera) y jamaica (Hibiscus sabdariffa).* Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas-Perú. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2298/Pe rez%20Ruiz%20Darwin.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Pezo, J. (2023). *Capacidad antioxidante de una bebida refrescante y funcional, elaborada a partir de pulpa de piña (Ananas comosus) variedad Golden y sábila (Aloe Vera L).* Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa-Perú. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6785/B12_2023_UN U_AGROINDUSTRIAS_2023_T_JOHANA-PEZO-VASQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Puente, E., Romero, R., Rodríguez, M., y Trejo, H. (2015). Aplicación del diseño por mezclas en la industria. *Revista Cultura Científica y Tecnológica (CULCYT)*, 1(56).
- Ramírez, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1).
- Ramos, C. (2021). Diseños de investigación experimental . *Revista CienciaAmérica*, 10(1). doi:<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

- Rosado, L. (2020). "Control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)". Universidad Técnica de Babahoyo , Babahoyo-Ecuador.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8498/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000100.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, N., Sepúlveda, J., y Rojano, B. (2013). Desarrollo de una bebida láctea con extractos de curuba (*Passiflora mollissima bailey*) como antioxidante natural. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 164-173.
<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/285/484>
- Segura Carazas, B. (2019). *Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* Th.) en la irrigación de Majes*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa-Perú.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/eb154d15-bc19-48a4-9db6-ecbf752a6646/content>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano . (2018). *Productos alimenticios libres de microorganismos peligrosos*.
<https://www.acreditacion.gob.ec/alimentos-sin-microorganismos-peligrosos/#:~:text=El%20riesgo%20de%20contagio%20microbiol%C3%B3gico,en%20peligro%20la%20salud%20humana.>
- Solano, D., y Coello, J. (2020). *Elaboración y Análisis proximal de la harina de sandía en 2 variedades diferentes (*Citrullus lanatus*, *Charleston Gray* y *Crimsoon Sweet*)*. Universidad de Guayaquil , Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45437/1/BCIEQ-T-0467%20Solano%20Gonz%C3%A1lez%20Diego%20David%3B%20Coello%20Mor%C3%A1n%20Josu%C3%A9%20David.pdf>
- Ticsihua, J., y Orejon, T. (2022). Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 6(18), 383-392.
<http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v6n18/a1-383-392.pdf>
- Torres, P. P. (2019). *Utilización de aditivos en las bebidas refrescantes*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/PILAR%20POURRES.pdf>
- Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. (2014). *Análisis sensorial*. México.
https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf
- Valle-Vargas, M., Durán-Barón, R., Quintero-Gamero, G., y Valera, R. (2020). Caracterización fisicoquímica, químico proximal, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de pulpa y corteza de sandía (*Citrullus lanatus*).

Información Tecnológica, 31(1), 21-28.
doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000100021>

- Vega, C. A. (2016). *Plan de negocio de una bebida refrescante saludable a base de maracuyá y stevia, en la ciudad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19266/1/PRESENTACIONFINALTESISVEGA%20%281%29%20indice.pdf>
- Vera, A., y Zambrano, D. (2021). *Tipo de pasteurización y temperatura de almacenamiento en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del néctar mix de cítricos con sábila*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Calceta-Ecuador.
<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1581/1/TTMAI23D.pdf>
- Zenil, N., Colinas, M., Bautista, C., Vázquez, T., Lozoya, H., y Martínez, M. (2014). Fenoles totales y capacidad antioxidante estimada con los ensayos DPPH/ABTS en rosas en soluciones preservantes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6).
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n6/v5n6a10.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Carrera de
AGROINDUSTRIA

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA REFRESCANTE ELABORADA CON ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA

Indicaciones: Frente a usted tiene muestras codificadas de bebida refrescante elaborada con zumos de bilimbi y sandía. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas y asigne un puntaje para cada atributo en la línea del código correspondiente de acuerdo a su preferencia.

Es importante que tome agua después de evaluar cada muestra para no confundir los sabores.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta, ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

CÓDIGO	CALIFICACIÓN DE CADA ATRIBUTO			
	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
T1				
T6				
T7				
T10				

ANEXO 2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REFRESCANTE

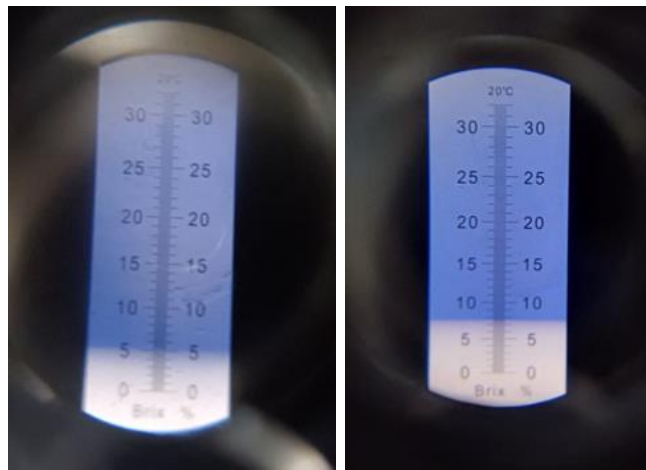
Anexo 2-A. Recepción de materia prima



Anexo 2-B. Lavado de frutas



Anexo 2-C. Caracterización de las frutas (°Brix de bilimbi y sandía)



Anexo 2-D. Licuado**Anexo 2-E. Almacenamiento de zumos de bilimbi y sandía****Anexo 2-F. Formulación de las mezclas (tratamientos)**

Anexo 2-G. Pasteurización**Anexo 2-H. Envasado y sellado****Anexo 2-I. Todas las unidades experimentales de la bebida refrescante**

Anexo 2-J. Almacenamiento



ANEXO 3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Anexo 3-A. Preparación de las diluciones de cada tratamiento



Anexo 3-B. Filtración de las diluciones



Anexo 3-C. Análisis de capacidad antioxidante en el espectrofotómetro




Anexo 3-D. Reporte de resultados de análisis de capacidad antioxidante



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
 EXTENSIÓN CHONE

Ciente	Muñoz Mendoza Luis Miguel Heidi Pierina Loor Vera	Fecha de recibido: 12/10/2023 Fecha de análisis: 12/10/2023 Fecha de reporte: 18/10/2023
Dirección	Chone	 <small>RECIBIDO POR: HEIDI PIERINA LOOR VERA 18/10/2023</small> Representante de los Laboratorios de la FCZ - LAB Autorizado y revisado
Teléfono	0939963493	
Muestra	Bebida refrescante de sandía y bilimbi	
Cantidad recibida	200mL / muestra	
Objetivo del análisis	Realizar un análisis –análisis funcional a bebidas refrescantes	

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Muestra	µmol Trolox Equivalente/ mL de bebida	
	R1	R2
T1	1611,7	1709,2
T2	1560,1	1512,3
T3	1604,9	1596,9
T4	1491,7	1516,9
T5	1640,0	1757,7
T6	1965,7	2019,6
T7	2054,1	2111,6
T8	1599,9	1614,2
T9	1766,4	1743,8
T10	1517,4	1681,2

Método de ensayo: Espectrofotométrico ABTS

ANEXO 4. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

Anexo 4-A. Análisis de pH






Anexo 4-B. Análisis de sólidos solubles (°Brix)

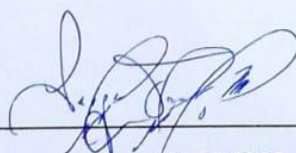


Anexo 4-C. Análisis de viscosidad (mPa.s)



Anexo 4-D. Reporte de resultados de análisis fisicoquímicos

  ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ 				
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"				
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA - ÁREA AGROINDUSTRIAL				
Estudiantes:	Loor Vera Heidi Pierina y Muñoz Mendoza Luis Miguel			
Dirección:	Calceta			
Fecha de elaboración de muestras:	27/09/2023			
Fecha de análisis:	06/10/2023			
Muestras analizadas:	20			
EFFECTOS ANTIOXIDANTES, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA EN UNA BEBIDA REFRESCANTE				
Tratamientos	Réplicas	°Brix (%)	pH	Viscosidad (mPa.S)
T1	R1	14,4	3,11	1,1
	R2	14,2	3,21	1,4
T2	R1	15,4	3,77	2,7
	R2	15,5	3,85	2,9
T3	R1	15,0	3,55	1,9
	R2	15,1	3,64	2,0
T4	R1	14,1	3,49	2,1
	R2	14,2	3,58	2,4
T5	R1	15,6	3,62	1,5
	R2	15,3	3,72	1,9
T6	R1	14,9	3,88	2,7
	R2	14,7	3,96	2,4
T7	R1	14,9	3,72	3,5
	R2	14,8	3,83	3,8
T8	R1	13,7	3,59	3,2
	R2	13,8	3,71	3,4
T9	R1	14,3	3,85	4,0
	R2	14,5	3,97	4,1
T10	R1	13,6	3,76	3,0
	R2	14,0	3,87	3,2



ING. JORGE TECCA DELGADO

TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



Anexo 4-E. Reporte de resultados de viscosidad en las unidades experimentales

  ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ 		
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"		
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA ÁREA AGROINDUSTRIAL		
Estudiantes:	Loor Vera Heidi Pierina y Muñoz Mendoza Luis Miguel	
Dirección:	Calceta	
Fecha de elaboración de muestras:	22/11/2023	
Fecha de análisis:	29/11/2023	
Muestras analizadas:	20	
EFFECTOS ANTIOXIDANTES, FÍSICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE MEZCLAS DE ZUMOS DE BILIMBI Y SANDÍA EN UNA BEBIDA REFRESCANTE		
Tratamientos	Réplicas	Viscosidad mPa.S
T1	R1	1,9
	R2	1,8
T2	R1	1,7
	R2	1,8
T3	R1	1,7
	R2	1,7
T4	R1	1,8
	R2	1,7
T5	R1	1,5
	R2	1,9
T6	R1	1,6
	R2	1,7
T7	R1	1,6
	R2	1,6
T8	R1	1,6
	R2	1,7
T9	R1	1,6
	R2	1,5
T10	R1	2,2
	R2	2,4


ING. JORGE TECCA DELGADO
TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA


ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Carrera de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

ANEXO 5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

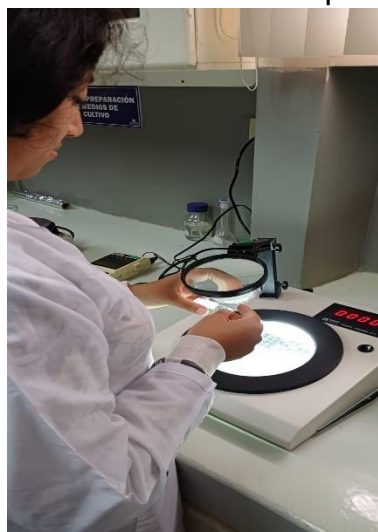
Anexo 5-A. Preparación de medios de cultivo



Anexo 5-B. Siembra en Compact Dry de los mejores tratamientos




Anexo 5-C. Lectura de resultados después de la incubación




Anexo 5-D. Reporte de resultados de los análisis de coliformes totales

República del Ecuador



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS		Página 1 de 3	
CLIENTE:	Loor Vera Heidi Pierina Muñoz Mendoza Luis Miguel	Nº DE ANÁLISIS:	12
DIRECCIÓN:	Tosagua - Calceta	Fecha de recibido:	04/12/2023
TELEFONO:	0969825490 / 0939963493	Fecha de análisis:	04/12/2023
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Bebida refrescante de mezclas de zumos de bilimbi y sandía"	Fecha de reporte:	08/12/2023
CANTIDAD RECIBIDA:	4	Fecha de muestreo:	04/12/2023
TIPO DE ENVASE:	Frasco de vidrio de 300 mL de capacidad	Método de muestreo:	N/A
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	N/A
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

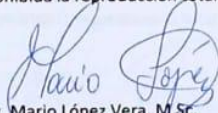
Tabla 1. Valores recomendados para determinar la aceptabilidad de parámetro microbiológico utilizado como índice de calidad y seguridad para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, según las directrices proporcionadas por las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337:2008

Parámetro	Valores de guía recomendados para productos pasteurizados			
	Satisfactorio	Aceptable	Insatisfactorio	Potencialmente nocivo
Coliformes totales UFC/mL	<3	-	-	-
Coliformes fecales UFC/mL	<3	-	-	-
Recuento de mohos y levaduras UP/mL	<10	10	≥10	-

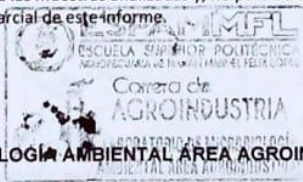
Tabla 2. Resultados de parámetro microbiológico de bebida refrescante de mezclas de zumos de bilimbi y sandía.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T1	Coliformes totales	UFC/mL	<3	AOAC Cap. 17.2.012 Official Method 991.14
T6	Coliformes totales	UFC/mL	<3	
T7	Coliformes totales	UFC/mL	<3	
T10	Coliformes totales	UFC/mL	<3	

Nota:
Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Ing. Mario López Vera, M.Sc.



ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
Carrera de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

Oficinas Centrales
Calle 10 de agosto y Granda Centeno
Telfs.: (05) 2685 134/156
rectorado@espam.edu.ec

Campus Politécnico
Sitio el Limón, Calceta
Telfs.: (05) 3028904/3028838
www.espam.edu.ec

Anexo 5-E. Reporte de resultados de los análisis de coliformes fecales

República del Ecuador



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS		Página 2 de 3	
CLIENTE:	Loor Vera Heidi Pierina Muñoz Mendoza Luis Miguel	Nº DE ANÁLISIS:	12
DIRECCIÓN:	Tosagua - Calceta		
TELEFONO:	0969825490 / 0939963493	Fecha de recibido:	04/12/2023
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Bebida refrescante de mezclas de zumos de bilimbi y sandía"	Fecha de análisis:	04/12/2023
CANTIDAD RECIBIDA:	4	Fecha de reporte:	08/12/2023
TIPO DE ENVASE:	Frasco de vidrio de 300 mL de capacidad	Fecha de muestreo:	04/12/2023
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Método de muestreo:	N/A
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	Responsables del muestreo:	N/A

Tabla 1. Valores recomendados para determinar la aceptabilidad de parámetro microbiológico utilizado como índice de calidad y seguridad para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, según las directrices proporcionadas por las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337:2008

Parámetro	Valores de guía recomendados para productos pasteurizados			
	Satisfactorio	Aceptable	Insatisfactorio	Potencialmente nocivo
Coliformes totales UFC/mL	<3	-	-	-
Coliformes fecales UFC/mL	<3	-	-	-
Recuento de mohos y levaduras UP/mL	<10	10	≥10	-

Tabla 2. Resultados de parámetro microbiológico de bebida refrescante de mezclas de zumos de bilimbi y sandía.

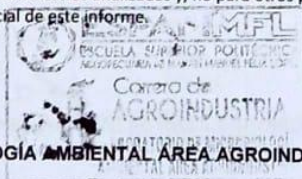
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T1	Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/mL	<3	AOAC 991.14 /AFNOR Método Validado 3M 01/2-09/89C.14
T6	Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/mL	<3	
T7	Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/mL	<3	
T10	Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/mL	<3	

Nota:

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.

Ing. Mario López Vera, M.Sc.

TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL




Oficinas Centrales
Calle 10 de agosto y Granda Centeno
Telfs.: (05) 2685 134/156
rectorado@espam.edu.ec


Campus Politécnico
Sitio el Limón, Calceta
Telfs.: (05) 3028904/3028838
www.espam.edu.ec

Anexo 5-F. Reporte de resultados de los análisis de mohos y levaduras

República del Ecuador



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS		Página 3 de 3	
CLIENTE:	Loor Vera Heidi Pierina Muñoz Mendoza Luis Miguel	Nº DE ANÁLISIS:	12
DIRECCIÓN:	Tosagua - Calceta	Fecha de recibido:	04/12/2023
TELEFONO:	0969825490 / 0939963493	Fecha de análisis:	04/12/2023
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Bebida refrescante de mezclas de zumos de bilimbi y sandía"	Fecha de reporte:	08/12/2023
CANTIDAD RECIBIDA:	4	Fecha de muestreo:	04/12/2023
TIPO DE ENVASE:	Frasco de vidrio de 300 mL de capacidad	Método de muestreo:	N/A
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	N/A
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

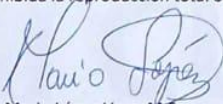
Tabla 1. Valores recomendados para determinar la aceptabilidad de parámetro microbiológico utilizado como índice de calidad y seguridad para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, según las directrices proporcionadas por las Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337:2008

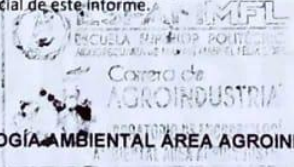
Parámetro	Valores de guía recomendados para productos pasteurizados			
	Satisfactorio	Aceptable	Insatisfactorio	Potencialmente nocivo
Coliformes totales UFC/mL	<3	-	-	-
Coliformes fecales UFC/mL	<3	-	-	-
Recuento de mohos y levaduras UP/mL	<10	10	≥10	-

Tabla 2. Resultados de parámetro microbiológico de bebida refrescante de mezclas de zumos de bilimbi y sandía.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T1	Recuento de mohos y levaduras	UP/mL	<10	AOAC Cap. 17.2.09 Official Method 997.02
T6	Recuento de mohos y levaduras	UP/mL	<10	
T7	Recuento de mohos y levaduras	UP/mL	<10	
T10	Recuento de mohos y levaduras	UP/mL	<10	

Nota:
Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.





Ing. Mario López Vera, M.Sc.
TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

Oficinas Centrales
Calle 10 de agosto y Granda Centeno
Telfs.: (05) 2685 134/156
rectorado@espam.edu.ec

Campus Politécnico
Sitio el Limón, Calceta
Telfs.: (05) 3028904/3028838
www.espam.edu.ec

ANEXO 6. ANÁLISIS SENSORIAL

Anexo 6-A. Explicación del test de evaluación sensorial



Anexo 6-B. Aplicación del test de evaluación sensorial a 30 catadores no entrenados de la Carrera de Agroindustria



Anexo 6-C. Tabulación de datos obtenidos en el test de evaluación sensorial de la bebida refrescante

TRATAMIENTOS	PUNTAJE DE CADA ATRIBUTO EVALUADO																														
	COLOR																														
T1	4	3	4	3	4	4	3	4	2	3	5	3	4	4	3	4	4	4	4	2	3	3	1	2	2	3	2	2	5	4	
T6	3	3	3	5	2	4	3	5	1	2	4	3	2	3	3	2	2	1	1	3	1	1	2	3	1	1	1	1	3	4	
T7	2	2	4	5	3	4	4	5	1	3	5	5	3	4	4	3	3	2	2	5	4	4	5	5	4	4	4	5	2	4	
T10	5	3	5	3	5	3	5	5	5	3	5	5	4	5	2	3	4	5	5	4	5	4	4	4	4	2	5	3	4	4	5
	OLOR																														
T1	1	4	1	2	4	1	1	3	3	3	3	2	2	4	4	2	2	3	3	3	2	4	4	4	2	4	1	4	3	5	
T6	3	3	1	2	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	2	1	3	3	3	3	2	4	5	3	4	4	1	4	2	5	
T7	3	3	2	3	1	4	1	2	3	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	2	2	2	5	3	4	2	2	4	2	5	
T10	4	2	5	3	5	3	1	2	3	5	3	5	5	4	3	2	5	3	3	4	1	4	5	4	3	4	3	5	2	3	
	SABOR																														
T1	5	5	5	5	2	5	4	4	5	1	5	5	3	3	1	3	4	4	5	3	4	4	3	4	5	4	3	1	4	4	
T6	4	4	5	4	2	2	4	5	4	2	5	5	3	4	5	2	3	3	3	3	4	4	2	3	3	4	1	2	5	2	
T7	5	3	5	4	5	3	4	5	3	4	5	5	3	4	4	3	4	3	3	3	4	5	4	3	5	3	3	5	5	3	
T10	4	5	5	5	2	4	3	4	5	1	3	5	3	4	5	3	5	5	5	5	4	5	4	4	5	3	4	5	5	4	
	TEXTURA																														
T1	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	2	1	3	4	3	1	3	4	3	5	3	4	5	4	5	3	5	4	4	3	
T6	2	2	3	4	4	5	3	3	4	4	1	1	3	4	2	3	3	3	3	5	3	4	3	4	2	3	3	4	5	3	
T7	3	3	3	4	5	4	4	4	4	3	5	3	4	5	4	3	3	3	1	5	4	5	3	3	2	4	5	4	4	3	
T10	5	5	3	5	1	2	3	4	4	2	3	3	3	5	3	2	4	3	1	5	4	5	4	3	5	4	5	4	5	3	