



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**EFFECTO DEL TIPO Y CONCENTRACIÓN DE PECTINA SOBRE
LA CALIDAD NUTRICIONAL DE BEBIDAS ELABORADAS A
BASE DE *Pouteria lucuma* (LÚCUMA)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTOR: DOMÉNICA POLETT IÑIGUEZ LUNA

DIRECTORA: DRA. IRENE DEL CARMEN GAVILANES TERÁN PhD

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, **Doménica Polett Iñiguez Luna**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Doménica Polett Iñiguez Luna, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de noviembre del 2023

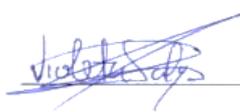
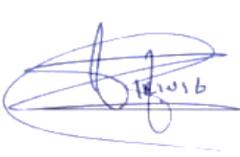


Doménica Polett Iñiguez Luna

1104812704

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **EFFECTO DEL TIPO Y CONCENTRACIÓN DE PECTINA SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE BEBIDAS ELABORADAS A BASE DE *Pouteria lucuma* (LÚCUMA)**, realizado por la señorita: **DOMENICA POLETT IÑIGUEZ LUNA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Violeta Maricela Dalgo Flores MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-11-30
Dra. Irene del Carmen Gavilanes Terán, PhD DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-30
Dr. Julio César Idrovo Novillo PhD ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-30

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido la culminación de mi carrera profesional con éxito. A mi madre Beatriz Luna por motivarme a seguir hacia delante, por su comprensión y porque nunca me dejó sola, a mis hermanos María de los Ángeles, Estefanía, Adrián y a mi novio Kevin; por todo su amor pues ellos encontré paciencia apoyo incondicional, comprensión, para así poder alcanzar una de mis mayores metas trazadas durante mi vida estudiantil.

Doménica

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y sus bendiciones, a mi madre quien siempre me apoyó y no dudó de mí ni un segundo dándome ánimos día a día, a mi familia, a mis hermanos quienes hicieron hasta lo imposible para que pueda continuar con mis estudios, y mi novio por ser ese pilar fundamental, por ser la persona que me apoyó siempre en cada etapa de esta carrera y de este trabajo. Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme abierto sus puertas, a los docentes por sus enseñanzas, en especial a la Dra. Irene Gavilanes quien me guio durante todo este proyecto de titulación y quien es mi ejemplo a seguir.

Doménica

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Planteamiento del Problema	2
1.2.	Justificación	2
1.3.	Objetivos	4
1.3.1.	<i>Objetivo general.....</i>	4
1.3.2.	<i>Objetivos específicos.....</i>	4

CAPITULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Frutas	5
2.2.	Frutas en el Ecuador	5
2.3.	Lúcuma	5
2.3.1.1.	<i>Generalidades.....</i>	5
2.3.2.	<i>Clasificación taxonómica y Morfología de la planta.</i>	6
2.3.2.1.	<i>Clasificación taxonómica.....</i>	6
2.3.2.2.	<i>Morfología de la planta</i>	6
2.3.3.	<i>Composición</i>	7
2.3.4.	<i>Distribución en el Ecuador</i>	8
2.3.5.	<i>Distribución de lúcuma en Loja</i>	8
2.3.6.	<i>Propiedades.....</i>	9
2.3.7.	<i>Valor nutricional</i>	9
2.4.	Pectina	10
2.4.1.	<i>Descubrimiento.....</i>	10

2.4.2.	<i>Clasificación de las sustancias pécticas</i>	11
2.4.2.1.	<i>Protopectinas</i>	11
2.4.2.2.	<i>Ácidos pectínicos</i>	11
2.4.2.3.	<i>Ácidos pécticos</i>	11
2.4.3.	<i>Clasificación de las pectinas según su grado de esterificación</i>	11
2.4.3.1.	<i>Pectinas de alto metoxilo</i>	12
2.4.3.2.	<i>Pectinas de bajo metoxilo</i>	12
2.4.4.	<i>Estructura y localización</i>	13
2.4.5.	<i>Propiedades en el ser humano</i>	13
2.4.6.	<i>Propiedades fisicoquímicas de la pectina</i>	14
2.4.6.1.	<i>Tiempo de gelificación</i>	14
2.4.6.2.	<i>Contenido de ácido galacturónico</i>	14
2.4.6.3.	<i>Grado de esterificación</i>	14
2.4.7.	<i>Uso</i>	15
2.4.8.	<i>Extracción de pectina</i>	15
2.5.	Bebidas funcionales	15
2.6.	Clasificación de las bebidas	15
2.6.1.	<i>Zumo (jugo) de fruta</i>	15
2.6.2.	<i>Néctar de fruta</i>	16
2.6.2.1.	<i>Requisitos</i>	16
2.6.3.	<i>Bebida de fruta</i>	16
2.6.3.1.	<i>Requisitos</i>	16
2.7.	Requerimientos microbiológicos	17
2.7.1.	<i>Mohos</i>	17
2.7.2.	<i>Levaduras</i>	17
2.7.3.	<i>Coliformes</i>	18
2.8.	Medios de cultivo	18
2.8.1.	<i>Placas Petrifilm para el recuento de coliformes</i>	18
2.8.2.	<i>Placas Petrifilm para recuento de mohos y levaduras</i>	18
2.9.	Análisis proximal	19
2.9.1.	<i>Cenizas</i>	19
2.9.2.	<i>Humedad</i>	19
2.9.3.	<i>Proteína</i>	19
2.9.3.1.	<i>Método Kjeldahl</i>	19
2.9.4.	<i>Grasas o extracto etéreo</i>	20
2.9.4.1.	<i>Método Soxhlet</i>	20

2.9.5.	<i>Fibra</i>	21
2.9.5.1.	<i>Fibra soluble</i>	21
2.9.5.2.	<i>Fibra insoluble</i>	21
2.9.6.	<i>Extracto libre no nitrogenado</i>	22
2.10.	Análisis complementario	22
2.10.1.	<i>Determinación de Potasio</i>	22
2.10.2.	<i>Acidez titulable</i>	22
2.10.3.	<i>Grados Brix</i>	23
2.10.4.	<i>Determinación de azúcares reductores y no reductores</i>	23
2.10.4.1.	<i>Prueba de Fehling</i>	23
2.10.4.2.	<i>Azúcares reductores</i>	23
2.10.4.3.	<i>Azúcares no reductores</i>	23
2.11.	Seguridad Alimentaria	23
2.12.	Etiquetado Nutricional	24
2.12.1.	<i>Porción o tamaño de la porción según la NTE INEN 1334- 2:2016:</i>	24
2.12.2.	<i>Valor Diario</i>	24
2.12.3.	<i>Porcentaje de valor diario</i>	24
2.12.4.	<i>Contenido neto</i>	24
2.12.5.	<i>Requisitos</i>	24
2.12.6.	<i>Nutrientes de declaración obligatoria</i>	25
2.13.	Etiquetado de los alimentos procesados	26
2.14.	Análisis sensorial	27
2.14.1.	<i>Prueba hedónica</i>	28

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	29
3.1.	Lugar de investigación	29
3.2.	Población de estudio	29
3.3.	Tamaño de la muestra	29
3.4.	Materia prima, materiales, reactivos y equipos	29
3.4.1.	<i>Materia prima</i>	29
3.4.2.	<i>Materiales</i>	30
3.4.3.	<i>Equipos</i>	31
3.4.4.	<i>Reactivos</i>	31
3.4.5.	<i>Medios de cultivo</i>	31

3.5.	Métodos y técnica empleada.....	32
3.5.1.	<i>Formulación utilizada para la elaboración de las bebidas</i>	32
3.6.	Análisis bromatológico de <i>Pouteria lucuma</i>	32
3.6.1.	<i>Determinación de Humedad</i>	32
3.6.2.	<i>Determinación de Cenizas</i>	33
3.6.3.	<i>Determinación de Proteína</i>	33
3.6.4.	<i>Determinación de nitrógeno elemental</i>	34
3.6.5.	<i>Determinación de grasa o extracto etéreo</i>	35
3.6.6.	<i>Determinación de fibra</i>	35
3.7.	Determinación de Pectina.....	36
3.8.	Grado de esterificación	37
3.9.	Grado de metoxilación.....	38
3.10.	Elaboración del néctar y zumo de lúcuma	38
3.11.	Determinación de Mohos y levaduras	39
3.12.	Determinación de Coliformes y <i>E. coli</i>	40
3.13.	Determinación de Aerobios Mesófilos	41
3.14.	Determinación de pH.....	42
3.15.	Determinación del índice de acidez.....	42
3.16.	Determinación de Sólidos solubles.....	43
3.17.	Determinación de Potasio	43
3.18.	Determinación de azúcares reductores	43
3.19.	Determinación de Vitamina C.....	44

CAPITULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	46
4.1.	Análisis proximal del fruto de <i>P. lúcuma</i>	46
4.2.	Pectina de pulpa de <i>P. lucuma</i> y sus características químicas	47
4.3.	Espectro IR de la pulpa y pectina de <i>P. lúcuma</i>	48
4.4.	Elaboración de la Bebida.....	49
4.5.	Espectro IR de las bebidas a base de <i>P. lúcuma</i>	50
4.6.	Control microbiológico de las distintas formulaciones empleadas	53
4.7.	Pruebas fisicoquímicas en las bebidas.....	54
4.8.	Análisis de Varianza (ANOVA) de análisis a las distintas formulaciones.	55
4.9.	Análisis de Componentes principales (PCA) a las distintas formulaciones	58
4.10.	Elaboración y comparativa de tablas nutricionales de formulaciones.....	60

4.11.	Escala hedónica	70
4.12.	Pruebas de estabilidad durante el almacenamiento	72
4.12.1.	<i>Estabilidad de las propiedades organolépticas</i>	<i>73</i>
4.12.2.	<i>Estabilidad de las propiedades fisicoquímicas</i>	<i>75</i>
4.12.3.	<i>Estabilidad de las propiedades microbiológicas</i>	<i>78</i>
CONCLUSIONES.....		82
RECOMENDACIONES.....		84
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Distribución de lúcuma en el Ecuador.....	8
Tabla 2-2:	Distribución de lúcuma en Loja	8
Tabla 2-3:	Requerimientos microbiológicos.....	17
Tabla 2-4:	Nutrientes de declaración obligatoria.....	25
Tabla 2-5:	Etiquetado de alimentos procesados	26
Tabla 2-6:	Análisis sensorial.....	27
Tabla 3-1:	Porcentaje de pectina natural y comercial	32
Tabla 4-1:	Análisis proximal de la pulpa de <i>P. lúcuma</i>	46
Tabla 4-2:	Pectina de pulpa de <i>P. lucuma</i> y sus características químicas.....	47
Tabla 4-3:	Formulaciones empleadas para la elaboración de las bebidas.....	49
Tabla 4-4:	Resultados microbiológicos de las bebidas previamente pasteurizadas	53
Tabla 4-5:	Pruebas fisicoquímicas en las formulaciones	54
Tabla 4-6:	Propiedades fisicoquímicas en bebidas comerciales.....	54
Tabla 4-7:	ANOVA.....	55
Tabla 4-8:	Matriz de componente rotado	58
Tabla 4-9:	Varianza total explicada	59
Tabla 4-10:	Prueba hedónica.....	71
Tabla 4-11:	Propiedades organolépticas a 25 °C	73
Tabla 4-12:	Propiedades organolépticas a 4 °C	74
Tabla 4-13:	Propiedades fisicoquímicas a 25 °C	76
Tabla 4-14:	Propiedades fisicoquímicas a 4 °C	77
Tabla 4-15:	Estabilidad microbiológica a 25 °C	79
Tabla 4-16:	Estabilidad microbiológica a 4 °C	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Lúcuma.....	6
Ilustración 2-2:	Lúcumo	7
Ilustración 2-3:	Valor diario	10
Ilustración 2-4:	Clasificación de la pectina	12
Ilustración 2-5:	Estructura básica de la pectina	13
Ilustración 2-6:	Esquema de extracción Soxhlet	21
Ilustración 2-7:	Sistema gráfico	27
Ilustración 2-8:	Escala hedónica para evaluar el grado de aceptabilidad de un producto	28
Ilustración 4-1:	Espectro IR de la pulpa de <i>P. lucuma</i>	48
Ilustración 4-2:	Espectro IR pectina de <i>P. lucuma</i>	48
Ilustración 4-3:	Espectro IR de la formulación 1	50
Ilustración 4-4:	Espectro IR de la formulación 2	50
Ilustración 4-5:	Espectro IR de la formulación 3	51
Ilustración 4-6:	Espectro IR de la Formulación 4.....	51
Ilustración 4-7:	Espectro IR de la formulación 5.....	51
Ilustración 4-8:	Espectro IR de la Formulación 6.....	52
Ilustración 4-9:	Espectro IR de la Formulación 7	52
Ilustración 4-10:	Espectro IR de la Formulación 8	52
Ilustración 4-11:	Análisis de componentes principales	59
Ilustración 4-12:	Valor nutricional formulación 1.....	61
Ilustración 4-13:	Sistema gráfico formulación 1	61
Ilustración 4-14:	Valor nutricional formulación 3.....	62
Ilustración 4-15:	Sistema gráfico formulación 3	62
Ilustración 4-16:	Valor nutricional formulación 2.....	63
Ilustración 4-17:	Sistema gráfico formulación 2	63
Ilustración 4-18:	Tabla nutricional formulación 4.....	64
Ilustración 4-19:	Sistema gráfico formulación 4.....	64
Ilustración 4-20:	Valor nutricional formulación 5.....	65
Ilustración 4-21:	Sistema gráfico formulación 5	66
Ilustración 4-22:	Valor nutricional formulación 7.....	66
Ilustración 4-23:	Sistema gráfico formulación 7	67
Ilustración 4-24:	Valor nutricional formulación 6.....	68
Ilustración 4-25:	Sistema gráfico formulación 6.....	68

Ilustración 4-26: Valor nutricional formulación 8.....	69
Ilustración 4-27: Sistema gráfico formulación 8.....	69
Ilustración 4-28: Resultados prueba hedónica.....	71

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS PROXIMAL DE *Pouteria lucuma*

ANEXO B: OBTENCIÓN DE PECTINA

ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

RESUMEN

Una alimentación inadecuada puede provocar efectos negativos para la nutrición, la salud y el bienestar físico del ser humano, por lo anterior y con el propósito de generar una bebida con alto valor nutricional, se utilizó *Pouteria lucuma* para la elaboración de bebidas debido a la presencia de β -carotenos, niacina, compuestos fenólicos, fitoesteroles, entre otros. El objetivo principal de la investigación fue determinar el efecto del tipo y concentración de pectina sobre la calidad nutricional de bebidas elaboradas a base de *Pouteria lucuma* (lúcuma); para lo cual se utilizó frutas en buen estado, las cuales fueron transportadas al laboratorio de Bromatología y el laboratorio de Impactos y Protección Ambiental de la Facultad de Ciencias, ESPOCH, en donde se llevaron a cabo los análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos de la materia prima para con ello elaborar ocho formulaciones, las cuales se sometieron a los mismos análisis, además de pruebas hedónicas y de estabilidad; obteniéndose que *P. lucuma* presenta las condiciones ideales para la elaboración de bebidas con alto aporte de nutrientes; la formulación tres fue la más aceptada por los consumidores, la cual se elaboró con 9.5% de pectina de pulpa + 0.5 % pectina comercial, teniendo un aporte calórico de 50 kcal, representando el 1% de grasa, 4% de carbohidratos, 0% colesterol y 0% de sodio para una dieta basada en 2000 calorías; cumpliendo con los requisitos microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2337; se determinó que la vida en anaquel es de 60 días si se conserva a 25°C, mejorando dicha estabilidad en temperaturas de refrigeración (4°C). Una vez analizado los datos obtenidos en las diferentes formulaciones, se logró determinar que no existe diferencia estadísticamente significativa que demuestre que el tipo y concentración de pectina altere la calidad nutricional de las bebidas elaboradas a base de *P. lucuma*.

Palabras clave: <BIOQUÍMICA Y FARMACIA>, <LÚCUMA>, <BEBIDAS>, <PECTINA>, <CALIDAD NUTRICIONAL>, <ETIQUETA NUTRICIONAL>, <ESTABILIDAD>.

2133-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The main objective of this research study was to focus on inadequate diet that can have negative effects on the nutrition, health, and physical well-being of human beings. Therefore, a beverage with high nutritional value, *Pouteria lucuma* was used for the production of beverages due to the presence of β -carotene, niacin, phenolic compounds, and phytosterols, among others. The main objective of the research was to determine the effect of the type and concentration of pectin on the nutritional quality of beverages made from *Pouteria lucuma* (*lucuma*), for which fruits in good condition were used, which were transported to the Bromatology laboratory and the laboratory of Impacts and Environmental Protection of the Faculty of Sciences, ESPOCH, where bromatological, physicochemical and microbiological analyses of the raw material were carried out in order to elaborate eight formulations, which were subjected to the same analyses, as well as hedonic and stability tests; The result was that *P. lucuma* presents the ideal conditions for the elaboration of beverages with a high nutrient content; formulation three was the most accepted by consumers, which was elaborated with 9.5% pulp pectin + 0.5% commercial pectin, having a caloric intake of 50 kcal, representing 1% fat, 4% carbohydrates, 0% cholesterol and 0% sodium for a diet based on 2000 calories, complying with the microbiological requirements established in NTE INEN 2337; it was determined that the shelf life is 60 days if stored at 25°C, improving its stability at refrigerated temperatures (4°C). After analyzing the data obtained in the different formulations, it was determined that no statistically significant difference shows that the type and concentration of pectin alters the nutritional quality of the beverages made from *P. lucuma*.

Keywords: <BIOCHEMISTRY AND PHARMACY>, <LUCUMA>, <BEVERAGES>, <PECTIN>, <NUTRITIONAL QUALITY>, <NUTRITIONAL LABEL>, <STABILITY>.



Mgs. Evelyn Carolina Macias Silva

C.I 0603239070

INTRODUCCIÓN

La calidad nutricional en bebidas es aquella que genera un valor nutritivo en la ingesta diaria de alimentos, mismos que son atribuidos a los componentes de la fruta empleada en la bebida, dando energía y un gran aporte de nutrientes, siendo la pectina uno de ellos. La pectina es un tipo de fibra la cual está presente de manera natural en algunas frutas y es utilizada en la industria alimentaria como espesante, estabilizante entre otras.

En la actualidad las bebidas energizantes, refrescantes, jugos de fruta, néctares; son ricas en azúcar, mismas que contienen saborizantes artificiales y conservantes los cuales no brindan algún aporte nutricional en la dieta diaria, y que, si son consumidas de manera inadecuada pueden provocar problemas de salud serios tales como diabetes, hipertensión, problemas cardiacos, etc.

La presente investigación posee un enfoque cualitativo, pues se realiza la determinación cualitativa de los componentes nutricionales de las bebidas, con diseño experimental al azar que se resuelve con ANOVA de 1 factor y de tipo correlacional porque a través del análisis se define la correlación entre cada bloque experimental, obteniendo la mejor formulación mediante tratamientos con réplicas utilizando un método analítico, cuyos resultados son expresados de manera cualitativa. La población de estudio es el fruto de *Pouteria lucuma* cuya recolección se realiza en la provincia de Loja.

Finalmente, se realiza la determinación del efecto del tipo y concentración de pectina sobre la calidad nutricional de bebidas elaboradas a base de *Pouteria lucuma* (lúcuma), cuyos análisis se llevan a cabo en el Laboratorio de Bromatología y en el Laboratorio de Impactos y Protección Ambiental de la Facultad de Ciencias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mediante las pruebas de degustación, pruebas fisicoquímicas, microbiológicas, análisis proximal y complementario los cuales sirven para recolectar datos necesarios en la investigación.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Una alimentación inadecuada puede provocar efectos negativos para la nutrición, la salud y el bienestar físico del ser humano. El problema social y económico que puede provocar el sobrepeso y la obesidad se incrementa con un 75% de las muertes causadas por las ENT, en su mayoría, a una alimentación poco saludable (FAO et al, 2020, p. 8).

Durante los últimos años se ha visto un marcado crecimiento en la disponibilidad global de bebidas ricas en energía y con muy pocos nutrientes, con un aumento del consumo entre adultos, jóvenes y niños en países de bajos y medianos ingresos. El consumo de bebidas azucaradas tiene gran prevalencia en algunos países como Brasil con 29,8 %, Bolivia con 27,4 %, Argentina con 37,9 % Venezuela con 25,6 % y Colombia con 28,2 % en relación con el porcentaje de Ecuador con 25.1 %, lo que da señal de una dieta desequilibrada (Velaña, 2021, p. 119).

El uso de frutas locales que contengan vitaminas y minerales son una de las fuentes principales para la producción de bebidas que compran los consumidores y que actualmente siguen siendo un factor clave, por lo cual las empresas buscan su utilización debido a que en el año 2020 a partir de la COVID-19, las personas tratan de consumir bebidas que contengan una alta calidad nutricional (PROECUADOR, 2021).

En Ecuador, actualmente más de la mitad de las bebidas con sabor a frutas que se comercializan no contienen jugo de frutas sino solo saborizantes. Los jugos, los néctares y las bebidas de frutas se comercializan como "saludables," pero la mayoría no son más nutritivas que los refrescos y que otras bebidas azucaradas. Por lo anterior y con el propósito de generar una bebida con alto valor nutricional, se pretende determinar el efecto del tipo y concentración de pectina sobre la calidad nutricional de bebidas elaboradas a base de *Pouteria lucuma* (lúcuma).

1.2. Justificación

Las bebidas son el segundo grupo entre los alimentos con mayor crecimiento, es por ello que las bebidas funcionales son importantes debido a que aportan con una gran cantidad de nutrientes, algunos con probióticos, aminoácidos, fibra, entre otros componentes necesarios para la salud y

que además de las propiedades nutritivas que estas contengan, permiten la hidratación necesaria para el ser humano (GRANOTEC, 2020).

La pectina posee varios beneficios para la salud, cuando estas se consumen de forma constante, se obtiene un efecto positivo en la salud ya que disminuye la concentración de lípidos siendo este colesterol LDL y glucosa, el cual permite prevenir enfermedades como diabetes y alteraciones en el perfil lipídico. Estas características hacen de la pectina apta para mejorar en fibra soluble, alimentos de gran demanda (Ortiz y Anzola, 2018, p. 5).

En los últimos años la lúcuma ha ganado gran popularidad internacionalmente, y su demanda tiende a incrementarse exponencialmente en el futuro, esto se da debido a sus características como alimento nutritivo por sus componentes bioactivos como β -carotenos, niacina, compuestos fenólicos, fitoesteroles, entre otros que dotan a esta fruta de propiedades beneficiosas para la salud, como su acción antiinflamatoria, efecto antioxidante, acción antihipertensiva, antibacteriana, energizante, cicatrizante, y su uso como edulcorante natural (Maza-De la Quintana y Paucar, 2020, p. 135).

En la Universidad San Ignacio de Loyola en Perú, se realizó un endulzante a base de lúcuma el cual determinó que este producto incrementa el dulzor sin aumentar el nivel de azúcar debido a que esta fruta posee un bajo índice glucémico, además se realizó un estudio de mercado en base a encuestas, dando como resultado una favorable aceptación del producto (Boza et al. 2019, pp: 23-302).

En la Universidad Tecnológica Equinoccial en Ecuador, realizó una investigación acerca de la lúcuma en Loja y su aplicación gastronómica, donde se conoció que en la ciudad de Loja esta fruta no era conocida, pero sí en sus alrededores, exactamente en el cantón Espíndola, debido a que esta crece silvestremente en los alrededores del cantón, también se determinó que la lúcuma de Loja tiene a misma calidad que la de Perú, además se desarrollaron algunos platos a base de la misma, tales como helado, flan, pasteles, quimbolitos, pollo con lúcuma entre otras opciones, el mismo que tuvo una buena aceptabilidad (Montenegro 2015, pp: 20-139).

Hasta la fecha, la cantidad de estudios científicos muestran los efectos positivos del consumo regular de estos productos y el interés en este campo es cada vez mayor, por lo cual el presente trabajo experimental es de gran importancia y resulta viable de realizar desde el punto de vista teórico y práctico ya que se encuentra con la información y el material necesario para su desarrollo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto del tipo y concentración de pectina sobre la calidad nutricional de bebidas elaboradas a base de *Pouteria lucuma* (lúcuma)

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis bromatológico de *Pouteria lucuma* (lúcuma).
- Elaborar 8 diferentes bebidas a base de *Pouteria lucuma* (lúcuma) y realizar su análisis bromatológico.
- Determinar el porcentaje de pectina en cada una de las bebidas elaboradas, y determinar su calidad nutritiva.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Frutas

Las frutas ocupan una posición privilegiada en el mundo ya que su consumo y producción es masivo, debido a la gran demanda que existen en el mercado local e internacional, además son consideradas como un gran aporte nutricional en la dieta. La producción mundial de frutas ha crecido alrededor de un 40% en los últimos diez años, de 45 a 63 millones de toneladas, siendo Asia el continente que produce el 50%, América un 21,4 % y Europa aporta el 16% de la fruta mundial; el banano, manzana, mango, naranja y uvas son frutas que mayor auge de importación y exportación han tenido durante este período (Puga, 2021, p. 3).

2.2. Frutas en el Ecuador

Ecuador cuenta con una amplia diversidad de frutas, la principal causa de esto se da inicialmente por la ubicación geográfica del país y a los diferentes climas que posee, lo cual beneficia significativamente a la producción de diversas frutas, desde tropicales hasta templadas; la existencia de estos climas contribuye a que el país pueda producir productos de alta calidad siendo algunos de ellos frutas tales como maracuyá, mango, pitahaya, uvillas, guayabas, tomate de árbol y naranjillas que son altamente solicitados en múltiples mercados, donde se utilizan para elaborar varios productos o a su vez consumirlos de manera natural (Arreaga, 2017, p. 22).

2.3. Lúcuma

2.3.1. Generalidades

La lúcuma cuyo nombre científico *Pouteria lucuma*, es una fruta nativa de los valles interandinos del Perú, pero también se produce en, Ecuador, Chile, Bolivia y Colombia; denominada también como el “oro de los incas” (Acaro y Toapanta, 2023, p. 3). La lúcuma es un árbol que alcanza una altura de 15 a 20 metros. Sus características principales de la fruta son: forma ovoidea a elíptica, su tamaño oscila de 7.5 a 10 cm de diámetro, cáscara delgada de color amarillo verdoso (fruta madura), pulpa de color amarillo anaranjado almidonado y de sabor dulce. A menudo, se encuentran dos semillas, los cuales son de forma redonda a ovalada, de color marrón oscuro con una apariencia brillante y un hilio blanco (Malpartida et al, 2021, p. 4).

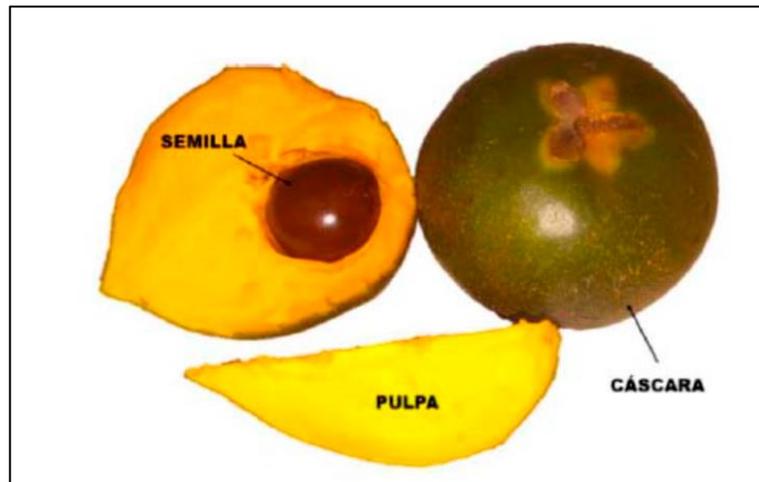


Ilustración 2-1: Lúcuma

Fuente: (Maza-De la Quintana y Paucar, 2020, p. 135)

2.3.2. Clasificación taxonómica y morfología de la planta

2.3.2.1. Clasificación taxonómica

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de la lúcuma (Ruiz y Pav, 2022, p. 1):

- **Dominio:** Eukaryota
- **Reino:** Plantae
- **Filo:** Tracheophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Ericales
- **Familia:** Sapotaceae
- **Género:** *Pouteria Aubl.*
- **Especie:** *Pouteria lucuma*

2.3.2.2. Morfología de la planta

El lúcumo es un árbol perenne de fuste recto y cilíndrico, tiene una altura de quince metros. Su madera es color claro, grano fino y resistente. La copa es densa y de forma esférica; las hojas se concentran en el ápice de las ramas tiernas, ligeramente pubescentes, y son de forma elíptica, con la base achatada. Tienen entre 12 y 25 cm de largo, textura coriácea, y color verde oscuro en el envés. Las flores se dan solitarias o en racimos de dos o tres, axilares, y de forma tubular; son pequeñas, de color verde o amarillo, e invariablemente hermafroditas. Tienen de 5 a 7 sépalos vellosos, que quedan adheridos al punto de inserción del pecíolo en el fruto, que maduran en un tiempo de aproximadamente 9 meses.



Ilustración 2-2: Lúcumo

Fuente: (Plantaciones Agro las Rocas, 2019).

2.3.3. Composición

La lúcumo en promedio está compuesta en gran parte con un aproximado de 58% de agua, misma que se encuentra concentrada en el mesocarpio; contiene un valor bajo de humedad en comparación con otras frutas las cuales poseen por lo general valores mayores al 80%, en cuanto a la composición de carbohidratos está constituida en un 30% por azúcares tales como glucosa, sacarosa, fructosa, myo-inositol; y ácidos orgánicos, así como el ácido tartárico, ascórbico, y succínico. Otros estudios indicaron la presencia de ácido málico, gálico y cítrico, cuya concentración fluctúa según el biotipo de referencia (Ccasa y Benavente, 2020, p. 29).

La cantidad de proteína que contiene la lúcumo simboliza el 1,5% al 2,4% del peso total, por lo que contiene el grado más alto de proteína en frutas además posee una gran fuente de fibra dando un total del 1.3% de fibra insoluble siendo esta mayor que la papaya, el banano, chirimoya, mango y piña. El aporte de micronutrientes varía según el tipo de lúcumo, no obstante, algunos de estos se encuentran presentes en gran parte de biotipos de la fruta, como es el caso del complejo B como niacina, riboflavina, tiamina y vitaminas A, C, E (Acaro y Toapanta, 2023, p. 13).

Destaca principalmente por el lado de los minerales, el potasio seguido del calcio y magnesio, además de fósforo y hierro, pero en pocas cantidades (Maza-De la Quintana y Paucar, 2020, p. 135).

2.3.4. Distribución en el Ecuador

En Ecuador, el lúcumo crece naturalmente en áreas con una precipitación anual de 800 a 1800 mm y una temperatura promedio de 15° a 22°C. Se ha registrado su presencia en las provincias de Napo, Cotopaxi, Imbabura, Tungurahua, Azuay y Loja. En Loja, la planta se desarrolla como un árbol y puede producir alrededor de 500 frutos comestibles. Estos rasgos le han permitido seguir siendo una especie escurridiza y convertirse en parte de los sistemas de producción agrícola locales (Conde, 2015, p. 17).

Tabla 2-1: Distribución de lúcuma en el Ecuador

Provincia	Cantón	Localidad	Altitud (m. s. n. m)
Azuay	Gualaceo	Gualaceo	200
Azuay	Sevilla de oro	Sevilla de oro	2800
Cotopaxi	Pujilí	Pilalo	1300
Imbabura	Ibarra	Yaguarcocha	2250
Napo	Tena	Cosanga	1800
Napo	Quijos	Baeza	2150
Napo	Quijos	Papallacta	2470
Napo	Archidona	Hollín	900
Tungurahua	Baños	El tablón	1800

Fuente: (Chávez, 2019, p. 20).

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

2.3.5. Distribución de lúcuma en Loja

Loja es la provincia que tiene la producción más alta de lúcuma, en la Tabla 2-2 distribución de lúcuma en Loja se detalla la distribución geográfica en zonas específicas, de acuerdo con los cantones.

Tabla 2-2: Distribución de lúcuma en Loja

Cantón	Localidad	Altitud
Calvas	Cariamanga	1950
Calvas	Changaymina	1960
Celica	Celica	2020
Chaguarpamba	Chaguarpamba	1350
Espíndola	Jimbura	2200
Espíndola	Santa teresita	1900
Gonzanamá	El toldo	2100
Gonzanamá	Purunuma	2420

Gonzanamá	Nambacola	1820
Gonzanamá	Surunuma	2290
Loja	Chuquiribamba	2020
Loja	Malacatos	2600
Loja	San lucas	2430
Loja	Santiago	2430
Loja	Taquil	2300
Loja	Vilcabamba	1600
Loja	Yangana	1850
Paltas	Cangonamá	1950
Paltas	Naranjo palto	1930
Quilanga	Quilanga	1900
Saraguro	Manú	2350
Sozoranga	Susuco	1575

Fuente: (Chávez, 2019, p. 21)

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

2.3.6. Propiedades

Contiene varios beneficios terapéuticos, por ejemplo, protege la piel y mejora el sistema inmunológico por su alto contenido en betacaroteno, que normaliza el sistema nervioso por la presencia de vitamina B3. Además, el contenido de ácido gálico está asociado con muchas actividades beneficiosas, que incluyen propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, cardioprotectoras, antioxidantes y antibióticas. También contiene compuestos que ayudan a prevenir la diabetes al controlar los niveles de azúcar en la sangre y actúa como un agente antihipertensivo debido a la presencia de compuestos fenólicos que inhiben la enzima convertidora de angiotensina (Maza-De la Quintana y Paucar, 2020, p. 135).

2.3.7. Valor nutricional

A continuación, se presenta el valor nutricional de la lúcuma como se muestra en la ilustración 2-3.

Componente	Unidad	Erazo et al (1999)	Yahia y Gutierrez-Orozco (2011)	Salazar, J (2019)
Humedad	g	56,0	62,0	72,3
Proteína	g	2,20	2,30	1,50
Carbohidratos	g	38,8	33,2	25,0
Grasa	g	0,80	0,20	0,50
Fibra cruda	g	0,90	1,10	1,30
Cenizas	g	1,00	ND	0,70
Calcio	mg	ND	16,0	16,0
Fósforo	mg	ND	26,0	26,0
Hierro	mg	ND	0,40	0,40
Tiamina (Vitamina B1)	mg	ND	0,01	0,01
Riboflavina (Vitamina B2)	mg	ND	0,14	0,14
Niacina (Vitamina B3)	mg	ND	1,96	1,96
Ácido Ascórbico (Vitamina C)	mg	ND	5,40	2,2
Carotenoides totales	mg	1,90	ND	ND

Ilustración 2-3: Valor diario

Fuente: (Acaro y Toapanta, 2023, p. 14)

2.4. Pectina

La pectina es un tipo de polisacárido que se encuentra en las células vegetales, especialmente en la pared primaria y las capas intermedias. A través de enzimas que acortan las cadenas de estos biopolímeros, estos cumplen una función importante al actuar como un cemento intercelular que soporta la matriz con capacidades de degradación molecular (Del Puerto y Maldonado, 2022, pág 27). La pectina se utiliza como aditivo en la industria alimentaria para gelificar, espesar, emulsionar y estabilizar otros productos. También en la industria farmacéutica, se utiliza en el campo de la biotecnología para la producción de fármacos, con fines terapéuticos y otros (Franco, 2022, p. 30).

2.4.1. Descubrimiento

En 1970 Vauquelin descubrió por primera vez la pectina, principalmente en los zumos de frutas, sin embargo, en 1825 fue caracterizada por Henri Braconnot un químico francés, recibiendo el nombre de pectina, procedente del griego pektos “solidificado, cuajado” mismo que describe a la pectina como el agente esencial de gelificación en frutas. Enlich y Suárez en 1916 realizaron el aislamiento del ácido D-galacturónico, principal componente de todas las pectinas (Franco, 2022, p. 30).

2.4.2. Clasificación de las sustancias pécticas

2.4.2.1. Protopectinas

La protopectina es una sustancia péctica madre, abundante en las láminas medias de las paredes celulares de las plantas verdes, que se hidroliza a pectina soluble (pectina) cuando se calienta en una solución ácida o por la acción de enzimas. Se clasifica como una pectina insoluble en agua (Ramírez, 2019, p. 9).

2.4.2.2. Ácidos pectínicos

Los ácidos pectínicos poseen un nivel aceptable de grupos metilester, estos también son conocidos como ácidos poligalacturónicos coloidales, mismos que bajo condiciones favorables forman geles con azúcar y ácidos, las sales resultantes dan como producto ácidos pectínicos que se conocen como pectinatos, por la presencia de un bajo contenido en metoxilo con ciertos iones metálicos (Patiño, 2021, p. 20).

2.4.2.3. Ácidos pécticos

Conformados por ácidos poligalacturónicos libres de grupos metoxilo, reaccionan fácilmente con iones de calcio produciendo compuestos que no se solubilizan en jugos, formando un precipitado visible esto se da generalmente en la separación de fases en los néctares, este tipo de ácidos son conocidos como pectatos (Patiño, 2021, p. 20).

2.4.3. Clasificación de las pectinas según su grado de esterificación

Como se muestra en la ilustración 2-4 las pectinas se clasifican en pectinas de alto y bajo metoxilo, esto se da principalmente por el grado de esterificación, es decir mientras más rápida sea la gelificación mayor grado de esterificación tendrá (Zegada, 2015).

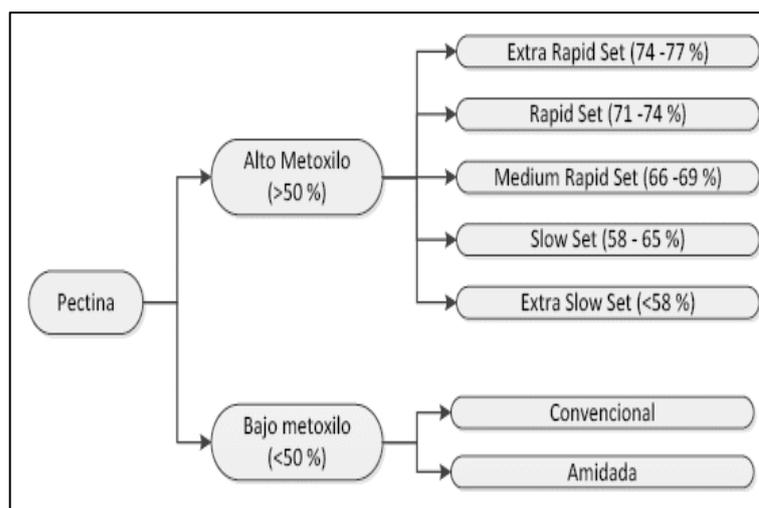


Ilustración 2-4: Clasificación de la pectina

Fuente: (Zegada, 2015)

2.4.3.1. Pectinas de alto metoxilo

El polímero que contiene más del 50% de los grupos carboxilos del ácido galacturónico están esterificados con metanol, mismos que forman geles con un pH entre 2,8 - 3,5 y entre el 60-70% de sólidos solubles. Este tipo de pectina puede clasificarse en 2 grupos principales, el primero gelifica velozmente o también es conocido como Rapidset donde su tiempo de gelificación se demora alrededor de 5 minutos, el cual entre el 68-75% posee un grado de esterificación con metanol y el segundo gelifica gradualmente o también conocido como Slowset, donde su tiempo de gelificación tarda más de 5 minutos, el cual entre el 60-68% contiene un grado de esterificación con metanol (Lancheros, 2019, p. 27).

2.4.3.2. Pectinas de bajo metoxilo

Los grupos hidroxilo se encuentran esterificados con metanol en menos del 50%, el cual necesita la presencia de cationes divalentes para formar gel, usando calcio; estos cationes construyen una red tridimensional con los grupos carboxilo de la pectina para generar geles. Estos geles son susceptibles de tener un pH 1-7 mismo que señala que este no afecta la textura del gel ni los sólidos solubles y varían entre el 0-80 %, sin embargo, el factor determinante al formar el gel es calcio y se encuentra principalmente entre el 40-100 mg. La cantidad de calcio requerida variará dependiendo de la cantidad de sólidos solubles presentes. Se requieren alrededor de 40 a 100 ppm de calcio para obtener un 30% de sólidos solubles, mientras que para obtener un 45% de sólidos solubles se requieren de 20 a 40 ppm de calcio. El calcio es

determinante en la formación de gel, es decir que sin este no habrá dicha formación, aunque también es posible utilizar magnesio en el proceso (Lancheros, 2019, p. 27).

2.4.4. Estructura y localización

La pectina es un tipo de carbohidrato complejo compuesto aproximadamente por un 65 % unidades de ácido galacturónico, cuya fórmula química es $C_6H_{10}O_7$. Sus cadenas están conformadas por anillos de ácido galacturónico que contienen un grupo carboxilo (-COOH) y este tiene la capacidad de esterificarse con metanol generando ésteres metálicos (-COOCH₃) o a su vez estos pueden neutralizarse con una base, tal y como se muestra en la ilustración 2-5, los cuales contienen masas moleculares entre 50 000 y 150 000 Daltons (Zegada, 2015).

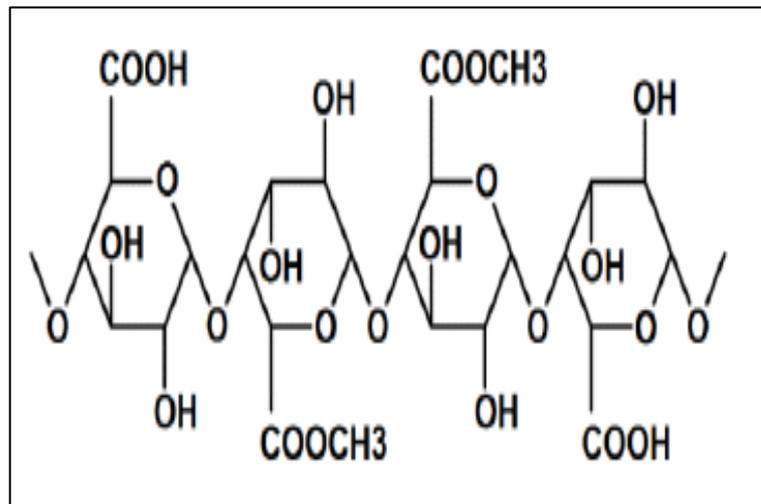


Ilustración 2-5: Estructura básica de la pectina

Fuente: (Zegada, 2015).

Azúcares neutros tales como D-galactosa, L-arabinosa y L-ranosa se unen a las cadenas de ácido galacturónico de la pectina, misma que resulta un tanto difícil acomodar la información obtenida en un modelo estructural de esta molécula, sin embargo, se han elaborado distintos modelos hipotéticos de este tipo de compuesto (Zegada, 2015).

2.4.5. Propiedades en el ser humano

Este compuesto exhibe potencial prebiótico, propiedades anticancerígenas y capacidades de desintoxicación de metales pesados. También se ha demostrado que ayuda a reducir el colesterol total al reducir la absorción de colesterol exógeno, aumentar la excreción de ácidos biliares y reducir su reabsorción en los intestinos y el hígado. Además, se ha demostrado que

reduce la fracción del colesterol llamado "malo" (LDL) y puede tener un efecto protector frente a la aterosclerosis al mejorar el cociente HDL/LDL. También se ha sugerido para reducir la absorción de glucosa y promover la pérdida de peso al inmovilizar los nutrientes en el intestino, aumentar la sensación de saciedad y reducir la actividad de ciertas enzimas, lo que conduce a una disminución de la digestión y la absorción (Aditivos Ingredientes, 2019, p. 1).

2.4.6. Propiedades fisicoquímicas de la pectina

2.4.6.1. Tiempo de gelificación

La formación del gel de pectina durante su proceso de solidificación está directamente relacionada con la velocidad de enfriamiento, ya que un enfriamiento más lento mismo que favorece la formación de gel a temperaturas más altas. Por consiguiente, se analiza la velocidad de solidificación a temperatura constante. Es importante recordar que el tiempo de fraguado de la pectina está influenciado por el grado de esterificación, es decir, si el porcentaje de esterificación está entre 60% y 67%, el fraguado será más lento. En cambio, si está entre el 68% y el 70%, la solidificación será moderada. Si se desea una solidificación rápida, se requiere un grado de esterificación entre 71% y 76% (Franco, 2022, p. 33).

2.4.6.2. Contenido de ácido galacturónico

El Ácido galacturónico (AGA), indica la pureza que posee la pectina extraída, el cual se expresa en porcentaje de AGA, este depende de cada variedad de fruto (Patiño, 2021, p. 26).

2.4.6.3. Grado de esterificación

El grado de esterificación se puede conocer mediante la lectura en el espectrofotómetro infrarrojo mismo que permite conocer la estructura de la superficie de la pectina. En este caso, el grado viene indicado por la relación entre los grupos carboxilo libres y los grupos carboxilo esterificados. Además, de ello depende la formación de geles. A mayor grado de esterificación se forman geles térmicamente irreversibles, mientras que las pectinas con un bajo grado de esterificación forman geles reversibles. Dentro del espectro FTIR, el grado de esterificación se define como el número de grupos carboxilo esterificados a 1745 cm⁻¹ sobre el número total de grupos carboxilo, es decir, la suma de las áreas de las bandas a 1745 cm⁻¹ y 1630 cm⁻¹ (Mantilla, 2020, p. 19).

2.4.7. *Uso*

Debido a su capacidad para formar geles acuosos, la pectina se usa en gran medida como ingrediente funcional en la industria alimentaria y como fuente de fibra dietética. Los geles juegan un papel fundamental en la preparación y transformación de la textura de diversos alimentos como compotas, jaleas, salsa de tomate, mayonesa y confites. Otra de sus aplicaciones se da en la industria láctea para la producción de yogures de frutas y productos lácteos bajos en grasa, y en la industria de bebidas dietéticas para refrescos bajos en azúcares. Además, su capacidad de estabilización y mejora de la viscosidad los hace muy valiosos en estos procesos (Chasquibol et al, 2008, p. 175).

2.4.8. *Extracción de pectina*

Un método de obtención para la extracción de pectina que suele ser utilizado en mayor medida es el método de hidrólisis ácida. Inicialmente se coloca el sustrato en un medio ácido, posterior a ello se lo somete a cocción, luego, se filtra y purifica el producto para separar la pectina de los demás componentes de las cáscaras; una vez hecho esto, se seca y muele el producto hasta obtener un polvo fino que está listo para su venta (Baltazar, 2013, p. 79).

2.5. *Bebidas funcionales*

Las bebidas funcionales no solo tienen valor nutricional, sino que también pueden proporcionar beneficios adicionales para la salud de las personas. Estos beneficios pueden incluir la regulación del colesterol, el suministro de aminoácidos esenciales, una mejor digestión, huesos más fuertes o contenido en antioxidantes. Por otro lado, las frutas son alimentos ricos en fibra, ácido fólico, potasio, vitamina A y C, productos bajos en calorías, grasas y sodio (Carranza et al, 2020, p. 91).

2.6. *Clasificación de las bebidas*

2.6.1. *Zumo (jugo) de fruta*

Es el producto líquido sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos (NTE INEN 2337, 2008, p. 1).

2.6.1.1. Requisitos

- El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables (NTE INEN 2337, 2008, p. 1).

2.6.2. Néctar de fruta

Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no (NTE INEN 2337, 2008, p. 1).

2.6.2.1. Requisitos

- El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.
- El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables
- El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389) (NTE INEN 2337, 2008, p. 5).

2.6.3. Bebida de fruta

Es 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 (NTE INEN 2337, 2008, p. 1).

2.6.3.1. Requisitos

- 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 (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m
- El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 389)
- Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida (NTE INEN 2337, 2008, p. 5).

2.7. Requerimientos microbiológicos

- El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.
- El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud (NTE INEN 2337, 2008, p. 1).

Tabla 2-3: Requerimientos microbiológicos

	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, p. 7)

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

2.7.1. Mohos

Son microorganismos aerobios mesófilos filamentosos que, crecen en la superficie del agar micológico, se desarrollan generalmente en forma plana o esponjosa (NTE INEN 1529-10, 2013, p. 2).

2.7.2. Levaduras

Son microorganismos aerobios mesófilos que se desarrollan a 25°C usando un medio de agar micológico; desarrolla colonias redondas mate o brillante que crecen en la superficie del medio, que usualmente tienen un contorno regular y una superficie más o menos convexa. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovoidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada en forma de micelio verdadero falso. Su tamaño supera al de las bacterias; al igual que los

homos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada (NTE INEN 1529-10, 2013, p. 2).

2.7.3. Coliformes

Son microorganismos aerobios mesófilos que se desarrollan a 25°C usando un medio de agar micológico; desarrolla colonias redondas mate o brillante que crecen en la superficie del medio, que usualmente tienen un contorno regular y una superficie más o menos convexa. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovoidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada en forma de micelio verdadero falso. Su tamaño supera al de las bacterias; al igual que los homos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada (NTE INEN 1529-10, 2013, p. 2).

2.8. Medios de cultivo

2.8.1. Placas petrifilm para el recuento de coliformes

Las placas Petrifilm CC contienen una mezcla de nutrientes modificada conocida como Bilis Roja Violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de tetrazolio para ayudar en el conteo de colonias. La capa superior de la película atrapa el gas producido por la fermentación de la lactosa por coliformes. En estas placas, las bacterias coliformes formadoras de ácido aparecen como colonias rojas, que pueden o no representar gases (Laboratories 3M Santé, 2020, p. 1).

2.8.2. Placas petrifilm para recuento de mohos y levaduras

El sistema Petrifilm Media para el recuento de levaduras y mohos consta de una hoja de papel recubierto de polipropileno, papel impreso con una cuadrícula que contiene nutrientes, antibióticos, un indicador de fosfato y un agente gelificante soluble en agua fría. También en la parte superior se encuentra otra película de polipropileno, que a su vez contiene los mismos antibióticos, indicador y gel soluble.

Con esta placa, es fácil distinguir la levadura del moho, ya que la levadura forma pequeñas colonias de color verde azulado con bordes afilados y sin núcleo, mientras que los mohos forman colonias grandes de diferentes colores con bordes borrosos y un núcleo central (Prosac, 2020, p. 1).

2.9. Análisis proximal

El análisis proximal consiste en determinar el porcentaje de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína en el alimento. Al realizar análisis químicos de matrices alimentarias, es importante utilizar un método de muestreo y procesamiento adecuado. Además, es fundamental seleccionar el método analítico correcto para obtener resultados precisos y fiables (Barquero, 2012, p. 272).

2.9.1. Cenizas

El concepto de ceniza en el análisis de alimentos hace referencia a los residuos inorgánicos que quedan tras la quema de materia orgánica. Es importante tener en cuenta que la materia inorgánica que se encuentra en las cenizas no coincidirá necesariamente con la que se encuentra en la alimentación original debido a pérdidas por volatilización o interacciones químicas entre los componentes. Sin embargo, la determinación de cenizas es útil ya que es un método simple para evaluar la calidad de ciertos alimentos (Rea 2017, p. 12).

2.9.2. Humedad

La determinación de la humedad permite conocer que tan estable es el alimento y la cantidad de nutrientes que este lleva. La determinación de las condiciones de almacenamiento es otra aplicación importante de la determinación de la humedad, ya que el crecimiento de microorganismos como los hongos puede ocurrir cuando los alimentos se almacenan a niveles de humedad superiores al 14 % (Trujillo, 2022, p. 23).

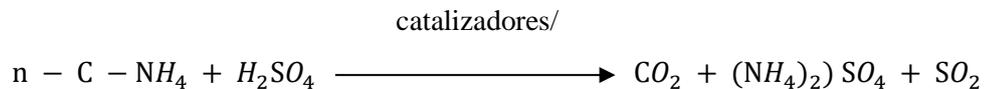
2.9.3. Proteína

Es la cantidad de nitrógeno total, expresado convencionalmente como contenido de proteína y determinado mediante procedimientos normalizados (NTE INEN 519, 1980, p. 1).

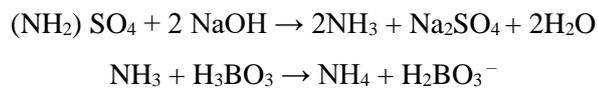
2.9.3.1. Método Kjeldahl

La medición del contenido de nitrógeno de una muestra se realiza utilizando el método Kjeldahl y el contenido de proteína se puede determinar a continuación a partir de la relación conocida entre proteína y nitrógeno en el producto particular que se analiza. Este método consta de tres pasos principales: digestión o mineralización, destilación y titulación (García, 2012, p. 3).

Etapa de digestión: se utiliza ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y ebullición transforma el nitrógeno orgánico en ion amonio.



Etapa de destilación: La muestra digerida se vuelve alcalina y el nitrógeno se excreta como amoníaco. Luego, el amoníaco destilado se recolecta sobre una cantidad desconocida de ácido bórico en exceso.



Etapa de valoración: La medición del nitrógeno amoniacal se lleva a cabo por el método de valoración ácido-base de formiato de borato. Este método utiliza ácido clorhídrico o sulfúrico como reactivo y una solución alcohólica de rojo de metilo y azul de metileno como indicador. Los equivalentes de ácido utilizados corresponden a los equivalentes de amoníaco destilado (García, 2012, p. 3).



2.9.4. *Grasas o extracto etéreo*

Junto con las proteínas y los carbohidratos, los lípidos son uno de los componentes estructurales más importantes de los alimentos. Se definen como un grupo de compuestos heterogéneos que son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos como éter, cloroformo, benceno o acetona. Los lípidos están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, y algunos también pueden contener fósforo y nitrógeno. Aunque los lípidos comparten propiedades y composición comunes, algunos, como los triacilgliceroles, son muy hidrófobos, mientras que otros, como los di- y monoacilgliceroles, tienen movilidad tanto hidrófoba como hidrófila en su molécula, lo que los hace solubles en relación con los disolventes polares (Rea 2017, p. 12).

2.9.4.1. *Método Soxhlet*

Este es un método de extracción semicontinua que utiliza un solvente orgánico. En este método, el solvente se calienta, se evapora y luego se condensa gota a gota sobre una muestra sumergida en el solvente. Luego, el solvente se recoge en un matraz de calentamiento y se aspira para

comenzar el proceso nuevamente. El contenido de grasa se determina por la diferencia de peso antes y después de la extracción (Rea 2017, p. 12).

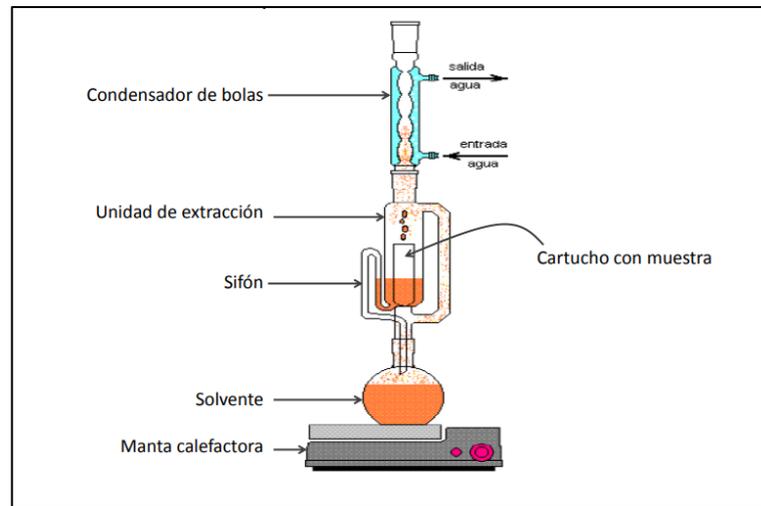


Ilustración 2-6. Esquema de extracción Soxhlet

Fuente: (UNICEN 2019, p. 43).

2.9.5. Fibra

La fibra, a veces llamada fibra dietética o alimenticia, incluye partes de alimentos vegetales que el cuerpo humano no puede digerir ni absorber. A diferencia de otros componentes de la dieta, como grasas, proteínas o carbohidratos, que se descomponen y absorben, el cuerpo no digiere la fibra dietética y pasa por el estómago y los intestinos delgado y grueso casi sin cambios antes de ser excretada del cuerpo (Trujillo, 2022, p. 25).

2.9.5.1. Fibra soluble

Durante la digestión, este tipo de fibra atrae agua y se convierte en gel, ralentizando el proceso digestivo. Este tipo de fibra se encuentra en alimentos como salvado de avena, cebada, nueces, semillas, frijoles, lentejas, guisantes y algunas frutas y verduras. La capacidad de estos alimentos para retener agua proporciona sus efectos fisiológicos, tales como: B. ralentizar el vaciamiento gástrico y mejorar las funciones digestivas (Medline Plus, 2022).

2.9.5.2. Fibra insoluble

Estos compuestos tienen una composición química que les otorga una capacidad limitada para retener agua y formar soluciones viscosas en el estómago y el intestino delgado. Sus efectos se

concentran principalmente en el intestino grueso, donde aumenta la masa y el volumen de las heces. Esto acelera el tránsito intestinal y tiene un efecto laxante (Medline Plus, 2022).

2.9.6. Extracto libre no nitrogenado

Este concepto se aplica a los nutrientes que no han sido analizados utilizando los métodos descritos en el análisis proximal. Estos nutrientes incluyen principalmente carbohidratos de fácil digestión, así como vitaminas y otros compuestos orgánicos solubles que carecen de nitrógeno. Para obtener un extracto libre de nitrógeno, se resta al 100% el porcentaje de cada nutriente evaluado (Trujillo, 2022, pp: 24-25).

2.10. Análisis complementario

2.10.1. Determinación de potasio

El catión potasio juega un papel fundamental en el organismo humano, ya que es el más abundante y se encuentra principalmente en el líquido intracelular. Su presencia es vital para mantener el equilibrio interno del organismo y no puede ser sustituida por otros cationes sin efectos secundarios. Algunos alimentos ricos en potasio son las espinacas, la harina de trigo, las bananas, los aguacates y las papas (Pérez y Esquivel, 2018, p. 42).

La espectroscopia de absorción atómica es una técnica basada en medir la absorción de electrones por parte de átomos o iones metálicos. Fue desarrollado originalmente por el científico A. Walsh en 1955. Este método se utiliza en diversas industrias, incluidas las industrias alimentaria, medioambiental y farmacéutica. Su principio es medir la absorción de electrones por parte de átomos o iones metálicos, y su método es pulverizar la muestra. Se utiliza para la determinación tanto cualitativa como cuantitativa de unos 70 elementos, especialmente metales. Los métodos atómicos suelen tener una sensibilidad en el rango de partes por millón (ppm) a partes por trillón (ppb). La característica sobresaliente de este método es su rapidez, facilidad de uso y la notable selectividad del instrumento para la determinación de potasio (Pérez y Esquivel, 2018, p. 42).

2.10.2. Acidez titulable

La acidez titulable se refiere a un método para cuantificar la concentración de ácido en los alimentos mediante la titulación ácido-base (Mendoza, 2021, p. 29).

2.10.3. Grados brix

Los grados Brix son una forma de medir la concentración global de sacarosa disuelta en un líquido. La escala Brix, que fue desarrollada por el químico alemán Carl Balling, representa una mejora respecto a las tablas de Balling. Esta escala es ampliamente utilizada en la industria de la producción de jugos, vinos de frutas y azúcar de caña.

2.10.4. Determinación de azúcares reductores y no reductores

2.10.4.1. Prueba de Fehling

El reactivo de Fehling se utiliza para identificar sustancias reductoras, especialmente azúcares reductores. Esto se fundamenta en la capacidad reductora del grupo carbonilo del aldehído, que en medio alcalino reduce la sal cúprica de cobre (II) a óxido de cobre (I). Como resultado de este proceso, se forma un precipitado rojo. Un aspecto importante de esta reacción es la capacidad de detectar la presencia de un aldehído, incluso si se encuentra en cantidades muy pequeñas. Cuando un azúcar es capaz de reducir el licor de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se clasifica como un azúcar reductor (ITW REAGENTS, 2017, p. 1).

2.10.4.2. Azúcares reductores

Se refieren a aquellos compuestos que mantienen su grupo carbonilo en su estado original. Entre estos compuestos se incluyen la glucosa, lactosa, fructosa, maltosa, galactosa y manosa, los cuales tienen la capacidad de interactuar con otras moléculas a través de dicho grupo carbonilo (Moreano, 2015, p. 1).

2.10.4.3. Azúcares no reductores

Conocidos por carecer de un grupo carbonilo disponible. La intolerancia a estos azúcares causa diarrea debido a la presencia de carbohidratos no absorbidos en la luz del intestino, lo cual conduce a un incremento en la osmolaridad dentro del intestino (Moreano, 2015, p. 1).

2.11. Seguridad Alimentaria

Es un estado en el que todas las personas tienen la oportunidad en todo momento de obtener alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades nutricionales (Ramirez et al, 2020, p. 1).

2.12. Etiquetado nutricional

Es toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales de un alimento que comprende: la declaración de nutrientes y la información nutricional complementaria (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 2).

2.12.1. Porción o tamaño de la porción según la NTE INEN 1334- 2:2016

Es la cantidad de alimento consumido por costumbre y por ocasión, la cual puede ser expresada en una medida común casera apropiada de acuerdo con el alimento, ejemplo: taza, trozo, cuchara, etc., (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 2).

2.12.2. Valor diario

Es la cantidad diaria recomendada de un nutriente para mantener una alimentación saludable. Se establece para adultos y niños de cuatro años o más (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 2).

2.12.3. Porcentaje de valor diario

Es la relación entre la cantidad del nutriente presente en una porción de alimento y el valor diario (VD) del nutriente (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 2).

2.12.4. Contenido neto

Se refiere a la medida de comida presente en un producto excluyendo el empaque, que puede expresarse en litros (L), mililitros (ml), gramos (g) o kilogramos (kg) (Guamán, 2012, p. 15).

2.12.5. Requisitos

Los alimentos preenvasados no deben describirse ni presentarse con una etiqueta o etiquetado en una forma que sea falsa, equívoca o engañosa, o susceptible de crear en modo alguno una impresión errónea respecto de su naturaleza en ningún aspecto; o que se empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que se refieran a (o sugieran, directa o indirectamente a propiedades medicinales, terapéuticas, curativas o especiales) cualquier otro producto con el que el producto de que se trate pueda confundirse, ni en una forma tal que

pueda inducir al comprador o al consumidor a suponer que el alimento se relaciona en forma alguna con aquel otro producto (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 2).

2.12.6. Nutrientes de declaración obligatoria

Tabla 2-4: Nutrientes de declaración obligatoria

Nutriente	Unidad	Valor Diario (VD)
Valor energético, energía	KJ	8380
(calorías)	kcal	2000
Grasa total	G	65
Ácidos grasos saturados	G	20
Colesterol	Mg	300
Sodio	Mg	2400
Carbohidratos totales	G	300
Fibra dietética	G	25
Proteína	G	50

Fuente: (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 3)

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

- A más de los nutrientes de declaración obligatoria, en aquellos productos cuyo contenido total de grasa sea igual o mayor 0,5 g por 100 g (sólidos) o 100 ml (líquidos), deben declararse además de la grasa total, las cantidades de ácidos grasos saturados, y ácidos grasos trans, en gramos (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 3).
- Debe declararse también la cantidad de cualquier otro nutriente acerca del cual se haga una declaración de propiedades nutricionales y saludables (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 3).
- Cuando se haga una declaración de propiedades con respecto a la cantidad o el tipo de carbohidratos, debe incluirse la cantidad total de azúcares, puede indicarse también las cantidades de almidón y/u otro(s) constituyente(s) de carbohidrato(s). Cuando se haga una declaración de propiedades respecto al contenido de fibra dietética, debe declararse la cantidad de dicha fibra (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 3).
- Cuando se haga una declaración de propiedades con respecto a la cantidad o el tipo de ácidos grasos o la cantidad de colesterol, debe declararse las cantidades de ácidos grasos saturados, ácidos grasos trans, ácidos grasos mono insaturados, ácidos grasos poliinsaturados y colesterol (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 3).

Además de la declaración obligatoria indicada pueden declararse vitaminas y los minerales con arreglo a los siguientes criterios:

- Deben declararse solamente las vitaminas y los minerales para los que se han establecido ingestas recomendadas y/o que sean nutricionalmente importantes para el país (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 4).
- Cuando se aplique la declaración de nutrientes, no deben declararse las vitaminas y los minerales que se hallan presentes en cantidades menores del 5 por ciento del valor diario (VD) por 100 g, o por 100 ml, o por porción indicada en la etiqueta (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 4).
- No se requiere la declaración adicional sobre vitaminas o minerales si éstas son permitidas como parte de un producto estandarizado que se usa como ingrediente en otro producto alimenticio: por ejemplo, tiamina, riboflavina y niacina en harina fortificada, que a su vez es usada como ingrediente o componente de otros alimentos (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 4).
- Tampoco se requiere la declaración de vitaminas y minerales adicionales si éstas son incluidas en un alimento únicamente por necesidad tecnológica. En tal caso las vitaminas y minerales se incluyen, únicamente, en la declaración de ingredientes, sin hacer referencia a ellas en la etiqueta nutricional (NTE INEN 1334-2, 2016, p. 4).

2.13. Etiquetado de los alimentos procesados

Tabla 2-5: Etiquetado de alimentos procesados

Nivel / Componentes	CONCENTRACIÓN “BAJA”	CONCENTRACIÓN “MEDIA”	CONCENTRACIÓN “ALTA”
Grasas Totales	Menor o igual a 1,5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 1,5 y menor a 10 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 10 gramos en 100 mililitros
Azúcares	Menor o igual a 2,5 gramos en 100 mililitros	Mayor a 2,5 y menor a 7,5 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 7,5 gramos en 100 mililitros
Sal (Sodio) (Sustituido por el Art. 3 del Acdo. 00004832, R.O. 237-S, 2- V-2014)	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 mililitros	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros

Fuente: (RTE-022-2R, 2014, p. 5)

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

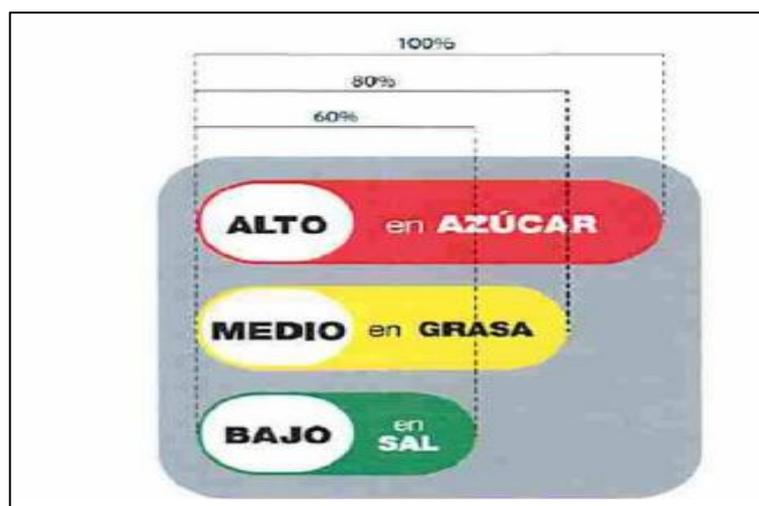


Ilustración 2-7: Sistema gráfico

Fuente: (RTE-022-2R, 2014, p. 5)

2.14. Análisis sensorial

El análisis sensorial implica examinar las características perceptibles de un producto utilizando los sentidos humanos. En otras palabras, consiste en evaluar cómo se ve, huele, sabe, se siente en la boca y se percibe el sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis utiliza técnicas precisas para medir las respuestas de las personas ante los alimentos y reduce la influencia potencial de la marca u otra información en el juicio del consumidor. El objetivo es resaltar las propiedades organolépticas de los alimentos o de los propios alimentos y proporcionar información valiosa para su desarrollo o mejora, así como para la comunidad científica y los líderes de la industria alimentaria (García, 2014).

Tabla 2-6: Análisis sensorial

Clasificación	Objetivo	Pregunta de interés	Tipo de prueba	de	Características de panelistas
Discriminatoria	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica		Reclutados por agudeza sensorial, orientados al método usado, algunas veces entrenados
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué tipo de características específicas difieren los productos?	Analítica		Reclutados por agudeza sensorial y motivación, entrenados o altamente

Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Hedónica	entrenados	Reclutados por uso del producto, no entrenados

Fuente: (Trujillo, 2022, p. 29)

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

2.14.1. Prueba hedónica

Las pruebas afectivas o hedonistas evalúan el grado de preferencia y aceptación de un producto. Estas pruebas permiten determinar no sólo la presencia de diferencias entre muestras, sino también el grado o intensidad de estas diferencias. De esta manera podemos mantener o cambiar la especificidad del producto (UNE- ISO 6658, 2019).

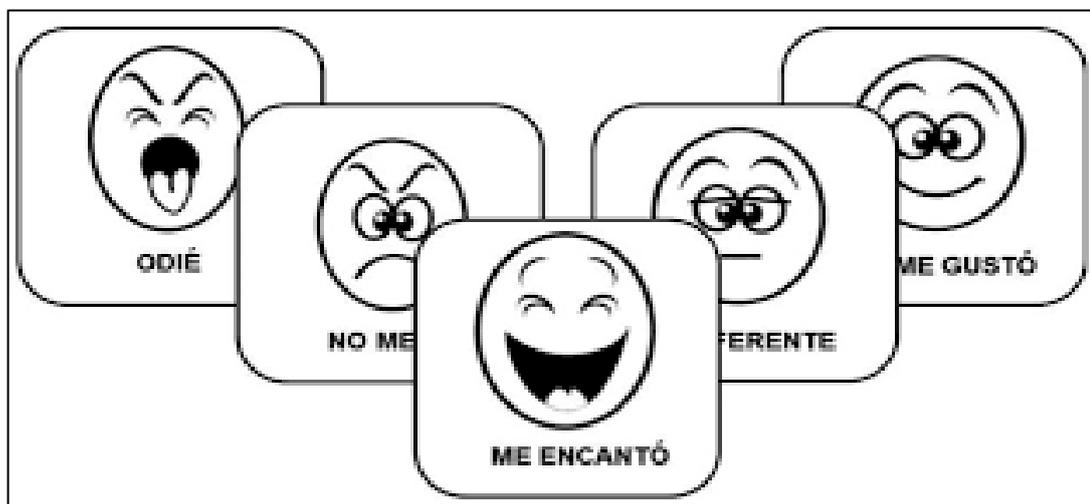


Ilustración 2-8: Escala hedónica para evaluar el grado de aceptabilidad de un producto

Fuente: (Da Cunha et al, 2013, p. 359)

Dentro de las pruebas afectivas o hedonistas, podemos distinguir dos tipos principales:

- Las pruebas de aceptación evalúan el nivel de agrado o desagrado de una persona por un producto utilizando una escala de medición basada en el comportamiento y las opiniones de esa persona.
- Las pruebas de preferencia se basan en la elección de diferentes alimentos según lo que le gusta o no le gusta a la persona. En estas pruebas se presentan conjuntos alternativos de dos o más productos entre los cuales la persona selecciona su preferencia.

Si se usan dos productos, es una prueba de pares, y si se usan dos o más productos, es una prueba de rango (Trujillo, 2022, p. 30).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de investigación

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología y en el Laboratorio de Impactos y Protección Ambiental de la Facultad de Ciencias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicado en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

3.2. Población de estudio

La población objeto de estudio fue el fruto de *Pouteria lucuma*. La recolección del fruto se realizó en la provincia de Loja, mediante un muestreo aleatorio simple para obtener aproximadamente 5 kg de la especie frutal de *P. lucuma*, para la obtención de las lúcumas se tomaron en cuenta los siguientes criterios.

Criterios de inclusión:

Aquellas frutas que presenten buen estado, su superficie debe ser integra.

Criterios de exclusión:

Aquellas frutas que presenten daños por acción de animales o insectos. Frutas que se encuentren en proceso de descomposición o con contaminación microbiológica.

3.3. Tamaño de la muestra

Las muestras corresponden a bebidas con ocho formulaciones distintas realizadas a base *Pouteria lucuma*.

3.4. Materia prima, materiales, reactivos y equipos

3.4.1. *Materia prima*

Lúcuma (*Pouteria lucuma*)

3.4.2. *Materiales*

- Crisoles
- Crisoles Gooch
- Cápsulas
- Vasos de precipitación 25, 100 y 900 ml
- Matraz de aforo 100
- Matraz de 25 ml
- Pipeta automática
- Bureta
- Balón de destilación 500 ml
- Tubo de vidrio borosilicato
- Balanza analítica
- Molino
- Cajas Petri
- Mortero
- Espátula
- Microbalanza
- Algodón
- Papel filtro
- Varilla de agitación
- Parafilm
- Embudo de separación
- Matraz Erlenmeyer
- Soporte Universal
- Refrigerante de Graham
- Pinzas universales
- Pinzas
- Pissetas
- Tubos de goma
- Soporte doble Fisher
- Probeta de 100 ml
- Tubo refrigerante
- Viales
- Embudo Buchner

- Kitasato

3.4.3. Equipos

- Soxhlet
- Digestor NTK
- Bloque digestor
- Cámara de extracción
- Estufa
- Mufla
- Espectrofotómetro infrarrojo
- Centrífuga
- Rota vapor
- Microondas ETHOS UP
- Bomba de vacío

3.4.4. Reactivos

- Ácido sulfúrico 98%
- Ácido clorhídrico 37%
- Hexano 100%
- Kendal catalizador Cu-Se
- Indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromuro)
- Ácido bórico
- Hidróxido de sodio
- Agua destilada
- Etanol al 95%
- Ácido Nítrico (HNO_3) al 15%
- Peróxido de Hidrógeno al 30%

3.4.5. Medios de cultivo

- Placas Petrifilm para recuento de coliformes
- Placas Petrifilm para mohos y levaduras

3.5. Métodos y técnica empleada

3.5.1. Formulación utilizada para la elaboración de las bebidas

En el estudio se elaboraron bebidas a base del fruto de *P. lucuma* en ocho formulaciones diferentes, en la Tabla 3-1 se puede observar los porcentajes de pectina natural y comercial a ser utilizados en las diferentes formulaciones.

Tabla 3-1: Porcentaje de pectina natural y comercial

Formulación	Pectina de <i>P. lucuma</i> (%)	Pectina comercial (%)
F1	10	
F2	25	
F3	9,5	0,5
F4	24,5	0,5
F5	40	
F6	55	
F7	39,5	0,5
F8	54,5	0,5

NOTA: Todas las bebidas contienen la misma cantidad de azúcar

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

3.6. Análisis bromatológico de *Pouteria lucuma*

3.6.1. Determinación de humedad

Se determinó mediante el Método de Desecación en Estufa de Aire Caliente. El procedimiento fue el siguiente:

- Pesar 10 g de muestra (previamente realizado el desmuestre) en una cápsula de porcelana.
- Colocar en la estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 24 h, hasta peso constante.
- Enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

$$\text{HUMEDAD (\%)} = \{(m_2 - m) / (m_1 - m)\} \times 100$$

Dónde:

m = masa de la cápsula en g

m₁ = masa de la cápsula con la muestra en g

m₂ = masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g

$$\%SS= 100 - \%HUMEDAD$$

SS= sustancia seca en porcentaje en masa

3.6.2. *Determinación de Cenizas*

Se determinó mediante el Método de incineración en mufla. El procedimiento fue el siguiente:

- Colocar la cápsula con 5 g de la muestra seca obtenida del análisis de humedad.
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a 500°C, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso duran y peso constante.
- Sacar el crisol y colocar en desecador, enfriar y pesar.
- La determinación debe hacerse por duplicado.

$$\% C = \{(m_1 - m / m_2 - m)\} \times 100$$

Dónde:

%C = contenido de cenizas en porcentaje de masa

m = masa del crisol vacío en g

m₁ = masa del crisol con la muestra después de la incineración en g

m₂ = masa del crisol con muestra antes de la incineración en g

Cenizas en base fresca o húmeda:

$$\% \text{ de Cenizas Base Húmeda} = \frac{\% \text{ de cenizas base seca} \times \% \text{ de materia seca}}{100}$$

$$\% \text{ de Materia Seca} = 100 - \% \text{ Humedad}$$

3.6.3. *Determinación de proteína*

Se determinó mediante el método macro Kjeldahl. El procedimiento fue el siguiente:

- Pesar 3 g de la muestra seca en papel.
- Agregar una pastilla de catalizador Cu-Se.
- Todo este contenido colocar en cada tubo del digestor y añadir 20mL de H₂SO₄ concentrado (grado técnico).
- Agitar el contenido de cada tubo y llevar al digestor del Macro Kjeldahl para su oxidación y/o digestión, a una temperatura graduada en 80 por un tiempo de 90 minutos a hasta que se clarifique el contenido (conectar el digestor 2 y las trampas de agua).

- Luego de este tiempo dejar enfriar en el digestor.
- Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación.
- Encender la unidad de destilación, abrir la válvula de paso de agua para el condensador, colocar un tubo en el compartimento, asegúrese de que todo esté correctamente insertado y cierre la puerta.
- Colocar un Erlenmeyer (capacidad 500 ml)
- Proceder a la destilación presionando OK en la unidad de destilación.
- El equipo automáticamente dosificará 50 ml de una solución de ácido bórico al 2% (verificar que los contenedores estén completamente cerrados y que contengan la cantidad necesaria de reactivos).
- Añadir 10 gotas de indicador mixto de rojo metilo y verde de bromuro agite para mezclar el contenido completamente. Sumerja la punta que baja del condensador de la unidad de destilación en el Erlenmeyer.
- Sacudir la punta de la manguera del condensador y quitar el Erlenmeyer con el destilado.
- Titular el destilado hasta cambio de color con HCl 0.1N estandarizado. Registrar el volumen consumido.
- Correr un blanco cada set de muestras o cada día para las respectivas correcciones de resultados.
- Calcular el porcentaje de Nitrógeno con los datos recopilados mediante cálculos estequiométricos.
- La determinación debe hacerse por duplicado.

$$\%P = 1.4 \times f \times V \times N/m$$

Dónde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

f = factor para transformar el %N₂ en proteína, y que es específico para cada alimento, el cual según tablas es de 6,25.

V = volumen de HCl o H₂SO₄N/10 empleado para titular la muestra en mL

N₁ = normalidad del HCl

m= masa en gramos

3.6.4. Determinación de nitrógeno elemental

Se determinó mediante el método Dumas (Laboratorio de Investigación de Impacto y Protección ambiental). El procedimiento fue el siguiente:

- Pesar 0,7 ug de la muestra en una cápsula de estaño
- Cerrar el borde de la cápsula de estaño y aplanar en forma de moneda
- Insertar en el analizador elemental y leer resultados.
- Realizar la prueba por duplicado

3.6.5. *Determinación de grasa o extracto etéreo*

Se determinó mediante el Método Soxhlet (Guía de Prácticas de Bromatología. Gavilanes, I). El procedimiento fue el siguiente:

- Pesar 2 g de muestra seca y colocar en el dedal de papel filtro previamente tarado y se registra su peso, se coloca sobre el dedal algodón para evitar que se produzca evaporación, se pierda la muestra o se separe del dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.
- En el balón previamente tarado (se debe registrar su peso), adicionar 250 mL de hexano.
- Embonar la cámara de sifonación al balón
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación
- Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 2 a 4h
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilara el solvente (rota vapor)
- El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar

$$\%G (\%Ex.E) = \{(P_1 - P) / m\} \times 100$$

Dónde:

%G = grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

P₁ = masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en gramos

P = masa del balón de extracción vacío en gramos

m = masa de la muestra seca tomada para la determinación en gramos

3.6.6. *Determinación de fibra*

Se determinó mediante el Método de Weende (Guía de Prácticas de Bromatología. Lucero, O.).

El procedimiento fue el siguiente:

- Pesar 1.5 g de muestra seca y desengrasada, y colocar en un crisol Gooch
- Introducir los crisoles en el Dosi-Fiber

Hidrólisis ácida con H₂SO₄ al 0.128M:

- Asegurarse de que las válvulas están en la posición “Cerrado”.
- Añadir 100-150 de H₂SO₄ caliente en cada columna.
- Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactoras. (Potencia 90%).
- Esperar a que hierva, reducir la potencia al 30% y dejar hervir durante el tiempo de extracción (30min. a 1h. dependiendo del material). Para una hidrólisis más efectiva, accionar la bomba de aire en la posición “Soplar”.
- Parar la calefacción. Abrir el circuito de vacío y poner los mandos de las válvulas en posición “Absorción”. Lavar con agua destilada y filtrar. Repetir este proceso 3 veces.

Hidrólisis básica en caliente:

- Repetir los pasos de la hidrólisis ácida, pero utilizando KOH 0.223M en lugar de H₂SO₄.
- Poner las muestras a secar en la estufa a 150°C durante 1h.
- Dejar enfriar en desecador.
- Pesar con un precisión de ±0.1mg. La cantidad pesada es *W₁*.
- Incinerar las muestras de los crisoles en el Horno de mufla a 500°C durante un mínimo de 3h.
- Dejar enfriar en desecador y pesar.

$$\% \text{ FB} = (P_1 - P) / m \times 100$$

Dónde:

%FB= Contenido de Fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresada en porcentaje de masa

P₁= masa del crisol más el residuo desecado en la estufa en gramos

P= masa del crisol más las cenizas después de la incineración en la mufla en gramos

m= masa de la muestra seca y desengrasada tomada para la determinación en gramos

3.7. Determinación de pectina

Se determinó mediante el método de Hidrólisis ácida, (Zegada, 2015) (Baltazar et al, 2013, p. 82).

- Realizar un lavado con agua potable, cortar el fruto en pedazos pequeños y colocar en un vaso de precipitación.
- Se inactivan las enzimas pécticas presentes en el fruto calentando 95-98°C durante 15 minutos. Esto evita que la pectina se deteriore mientras se realizan los diferentes ensayos experimentales.

- Transcurrido este tiempo, filtrar la mezcla y lavar con agua destilada hasta que esta esté transparente.
- Secar la muestra a 50°C por 24h en la estufa.
- Pesar 50 g del material parcialmente seco y pulverizado y agregar agua destilada hasta completar 650 ml de solución.
- Agitar constantemente la mezcla y añadir HCl hasta ajustar el pH a 2,0
- Posteriormente, someter la mezcla a calentamiento durante 60 minutos a 85°C v/v con agitación constante para evitar que el material sólido se precipite.
- Filtrar la muestra usando tela de liencillo, presionando suavemente para separar el material sólido del líquido, la fracción líquida se debe enfriar rápidamente por debajo de 25°C para minimizar la degradación térmica de la pectina.
- Centrifugar en tubos cubiertos durante 10 minutos a 3.000 r.p.m
- Adicionar al sobrenadante etanol al 95% mediante agitación lenta y constante, la mezcla se debe dejar reposar durante 30 minutos, usar un volumen del 60% de etanol con respecto a la solución obtenida en el proceso de hidrolisis para lograr el precipitado de la pectina.
- Secar la pectina húmeda en la estufa a 50°C durante 24 horas.
- Pesar la pectina total obtenida y realizar cálculos.

$$\% \text{RENDIMIENTO DE PECTINA} = (W2/W1) * 100$$

Dónde:

W1 = Peso de la muestra seca

W2 = peso de la pectina obtenida

3.8. Grado de esterificación

Se determinó mediante el método de titulación (Kute et al, 2019, p. 4):

- Pesar 200 g de pectina, traspasar a un matraz Erlenmeyer de 250 ml y agregar 2 ml de etanol de 96% y 20 ml de agua destilada caliente a 45 °C.
- Colocar 3 gotas de fenolftaleína como indicador y titular con NaOH 0,1N y anotar el volumen gastado de la base el cual corresponde al volumen 1.
- A la solución titulada se le agrega 10 ml de NaOH 0,1N agitando vigorosamente durante 2 horas para neutralizar el ácido poligalacturónico. Posteriormente se agrega 10 ml de HCl 0,1N y agitar la solución hasta la desaparición del color rosado.
- La solución anterior se debe titular con NaOH 0,1N nuevamente hasta un color rosado y el volumen de la base es el volumen 2.

- Con los datos de volúmenes obtenidos se calcula el grado de esterificación

$$\text{Grado de esterificación} = \frac{\text{Volumen 2}}{\text{Volumen 1} + \text{Volumen 2}} \times 100$$

3.9. Grado de metoxilación

El porcentaje de metoxilo (MeO%) considera que si la pectina es 100% esterificada la cantidad máxima de metoxilo es del 16.32%. Por lo tanto, el %MeO se calcula a partir de la ecuación.

$$\%MeO = \frac{16.32\% \times GE}{100}$$

3.10. Elaboración del néctar y zumo de lúcuma

La metodología utilizada para la determinación de néctar y zumo de lúcuma se obtuvo de (Guevara 2015, pp: 5-7).

Pesado: Importante para determinar rendimientos

Selección-clasificación: Para la selección eliminar frutas magulladas que presenten signos de deterioro, para la clasificación agrupar la fruta según su estado de madurez (para efectos del presente proceso no es de interés el tamaño de la fruta).

Lavado-desinfectado: Realizar el lavado por inmersión, agitación o por aspersion o rociada. Una vez lavada la fruta desinfectar en hipoclorito de sodio con una concentración de 0.05-0.2% de CLR por un tiempo no menor a 5 min., o cualquier otro desinfectante existente en el mercado.

Pelado: Realizar el pelado en forma manual, con soda, agua caliente o vapor.

Precocción: Realizar la precocción en agua a ebullición o con vapor directo.

Pulpeado-refinado: Consiste en obtener la pulpa o jugo, libre de cáscara, semillas y fibra.

Estandarizado: En caso de realizar néctar diluir la pulpa con relación 3:1 tal que se detecte el sabor, aroma y color de la fruta. En caso de realizar zumo diluir la pulpa con relación 1:1 tal que se detecte el sabor, aroma y color de la fruta.

- Regular el pH, este debe ser menor a 4,5.
- Regular los ° Brix
- Adicionar estabilizador= Ácido cítrico
- Adicionar preservante= Benzoato de sodio

Molienda coloidal: Para uniformizar la mezcla, realizar en un molino coloidal o licuadora.

Tratamiento térmico: Someter al néctar a 97°C por 30 segundos en pasteurizador de placas, o llevados a T° de ebullición con tecnología artesanal.

Envasado: Usar envases de metal, botellas de vidrio o plástico. El envasado se debe hacer en caliente a una temperatura no menor de 93°C, cerrándose inmediatamente el envase.

3.11. Determinación de mohos y levaduras

Se determinó mediante la técnica Microfast, (Microfast 2023, p. 16).

Inoculación:

- Coloque la placa de recuento de levadura y moho Microfast sobre una superficie plana. Levante la película superior y, con una pipeta perpendicular al área de inoculación, dispense 1 mL de suspensión de muestra sobre el centro de la película inferior.
- Deje caer la película superior sobre la muestra. Coloque el esparcidor de levadura y moho Microfast sobre en el centro de la placa.
- Suavemente, aplique presión sobre el esparcidor para distribuir el inóculo sobre el área circular. No gire ni deslice el esparcidor.
- Levante el esparcidor y deje la placa intacta durante, al menos, un minuto para dejar que se forme el gel.

Incubación:

- Incube las placas con la parte transparente hacia arriba en pilas de hasta 20 piezas.
- Puesto que algunos mohos pueden crecer rápidamente, podría ser útil leer y contar las placas a los 3 días ya que las colonias más pequeñas pueden quedar oscurecidas por mohos más

grandes que han crecido demasiado a los 5 días. Si esto sucediera, podría hacerse el recuento a los 3 días; sin embargo, se debe reportar como recuento estimado.

Diferenciación macroscópica de levaduras:

- La colonia es pequeña.
- La colonia tiene bordes definidos.
- El color de la colonia puede variar de marrón rosa a verde azulado.
- La colonia puede verse elevada.
- Normalmente, la colonia es uniforme en cuanto al color, sin foco central (centro oscuro).

Diferenciación macroscópica de mohos:

- La colonia crece mucho.
- La colonia tiene bordes difusos.
- El color de la colonia puede variar ya que el moho produce una variedad de pigmentos (marrón, beis, naranja, verde azulado).
- La colonia se ve plana.
- Por lo general, la colonia esta centralizada (es decir, normalmente, es de color mas oscuro y también puede tener un color diferente).

3.12. Determinación de coliformes y coliformes fecales

Se determinó mediante la técnica Microfast (Microfast 2023, p. 10).

Preparación de la muestra:

- Pipetear el producto alimenticio en un frasco de dilución estéril adecuado.
- Utilizar agua de peptona al 0.1%.
- Mezclar u homogeneizar la muestra según el procedimiento habitual.
- Para productos ácidos, usar NaOH 1N

Inoculación:

- Colocar la placa Microfast en una superficie plana. Levantar el film superior.
- Con una pipeta colocada de forma perpendicular a la placa Microfast, colocar 1 ml de la muestra en el centro del film inferior.
- Bajar el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire. No dejarlo caer.
- Con la cara lisa hacia abajo, colocar el aplicador en el film superior sobre el inóculo.

- Con cuidado, ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular antes de que se forme el gel. No girar ni deslizar el aplicador.
- Levantar el aplicador. Esperar al menos un minuto a que solidifique el gel.

Incubación:

- Incubar las placas caras arriba en pilas de hasta 20 placas. El tiempo e incubación varía según el método.

Interpretación:

- Las placas Microfast pueden leerse con un contador de colonias standard u otra lente de aumento iluminada. Para leer los resultados, consultar la Guía de Interpretación.

3.13. Determinación de aerobios mesófilos

Se determinó mediante la técnica Microfast, (Microfast 2023, p. 4).

Preparación de la muestra:

- Pipetear el producto alimenticio en un frasco de dilución estéril adecuado.
- Utilizar agua de peptona al 0.1%.
- Mezclar u homogeneizar la muestra según el procedimiento habitual.
- Para productos ácidos, usar NaOH 1N

Inoculación:

- Colocar la placa Microfast en una superficie plana. Levantar el film superior.
- Con una pipeta colocada de forma perpendicular a la placa Microfast, colocar 1 ml de la muestra en el centro del film inferior.
- Bajar el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire. No dejarlo caer.
- Con la cara lisa hacia abajo, colocar el aplicador en el film superior sobre el inóculo.
- Con cuidado, ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular antes de que se forme el gel. No girar ni deslizar el aplicador.
- Levantar el aplicador. Esperar al menos un minuto a que solidifique el gel.

Incubación:

- Incubar las placas caras arriba en pilas de hasta 20 placas. El tiempo e incubación varía según el método.

Interpretación:

- Las placas Microfast pueden leerse con un contador de colonias standard u otra lente de aumento iluminada. Para leer los resultados, consultar la Guía de Interpretación.

3.14. Determinación de pH

Se determinó mediante la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2325. Se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 100 cm³ de muestra desgasificada a temperatura de ensayo
- Introducir los electrodos del medidor de pH en el vaso de precipitación con la muestra, evitando de toquen las paredes del recipiente
- Agitar y medir el pH obtenido a 0,01

3.15. Determinación del índice de acidez

Se determinó mediante el método potenciométrico de la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 341. Se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Lavar y secar el matraz Erlenmeyer en la estufa a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un lapso de 30 min.
- Dejar enfriar en el desecador y luego pesar con aproximación al 0,1 mg.
- Homogenizar la muestra preparada e inmediatamente transferir al matraz Erlenmeyer y pesar aproximadamente 20 g de muestra con proximidad al 0,1 mg.
- Diluir la cantidad contenida en el matraz con agua destilada en un volumen dos veces mayor y agregar 2 mL del indicador fenolftaleína.
- Lentamente y con agitación continua, agregar la solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta obtener un color rosado persistente que desaparece lentamente. Seguir agregando la solución hasta que la coloración rosada perdure durante 30 segundos.
- Leer en la bureta el volumen de solución utilizada, con aproximación a 0,05 mL

$$\% \text{ acidez} = A \times B \times C / D \times 100$$

Donde:

A = Cantidad en mL de base o NaOH gastado

B = Normalidad de la base usada en la titulación (0.1 N)

C = Peso equivalente expresado en gramos de ácido cítrico

D = Peso de la muestra

3.16. Determinación de Sólidos solubles

Se determinó mediante el método refractométrico y de la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 380. Se debe seguir el siguiente procedimiento:

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra de laboratorio
- Ajustar la circulación de agua del refractómetro para operar a la temperatura requerida (15 – 25 °C)
- Colocar 2 o 3 gotas de la muestra preparada en el prisma del refractómetro y ajustar inmediatamente el prisma movable. Continuar la circulación de agua durante el tiempo necesario para que tanto los prismas como la solución de ensayo alcancen la temperatura requerida, que debe permanecer constante, dentro del rango de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante toda la determinación
- Leer el índice de refracción o el porcentaje en masa de sacarosa

3.17. Determinación de potasio

Se determinó mediante el método de Espectrometría de absorción atómica por atomización con llama (Guía de Laboratorio de Investigación de Impacto y protección ambiental). Se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Pipetear 5ml de la muestra
- Colocar la muestra en los envases de teflón y colocar 10 ml de HNO_3
- Tapar los envases con la tapa y contratapa, verificando que el cierre sea el adecuado.
- Una vez listos los envases con las muestras colocar en el rotor, procurando que la disposición sea la adecuada para que el rotor quede nivelado.
- Colocar el rotor en el interior del Microondas y seleccionar el método en la pantalla del equipo (este procedimiento será realizado por el Técnico del Laboratorio)
- Una vez culminada la digestión esperar 30 minutos para que los tubos se enfríen y poder retirarlos del rotor.
- Filtrar en un equipo de filtración al vacío a través de membranas de 0.45 μm
- Colectar el filtrado en un balón aforado y llevar un volumen de 50 ml
- Analizar las muestras en el equipo de ICP-MS

3.18. Determinación de azúcares reductores

Se determinó mediante el método FEHLING (Oxidorreducción) (Guía de Prácticas de Bromatología. Gavilanes, I.). Se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Pesar 5g de muestra previamente preparada

- Adicionar 15 mL de solución de Carrez I y 15 ml de solución de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar a 250 mL con agua destilada y colocar en una bureta de 50 mL
- En un Erlenmeyer de 250 mL colocar 5 ml de sol. De Fehling A y 5ml de sol. De Fehling B
- Mezclar y añadir 40 ml de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar a añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeña cantidad de 0,5 mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- A 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de sol. Indicadora de azul de metileno al 1% y continuar la titulación a ritmo de 0,1ml por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior, menos los 0,5 mL
- Titular a ritmo de 0,5 mL cada 10 segundos.

El % de azúcares reductores se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\%AR = \frac{(A \times a \times 100)}{(W \times V)}$$

En donde:

%AR= porcentaje de azúcares reductores

A= aforo de la muestra

a= Titulo de Fehling (10 cm³ se solución de Fehling es igual a 0,05g de glucosa)

W= peso de muestra en g

V= volumen de la solución problema gastado en la titulación

3.19. Determinación de vitamina C

Se determinó mediante el método Tillmans (Oxidoreducción) (Guía de Prácticas de Bromatología. Gavilanes, I.). Se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Pesar 5 a 20g de muestra (en algunos casos previamente realizada su desmuestra).
- Colocar en balón volumétrico de 250mL.
- Añadir inmediatamente 100mL de ácido oxálico al 2%, agitar bien y adicionar 15 mL de solución de Carrez I y 15 mL de solución de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar con ácido oxálico al 2% y filtrar por filtro de pliegues.

- Tomar 50 mL del filtrado y colocar en un Erlenmeyer de 250mL y titular con sol. de 2,6-diclorofenolindofenol hasta color rosa persistente.
- Calcule el % de Vitamina C tomando en cuenta el título de la solución de 2,6-diclorofenolindofenol.
- Calcular la concentración de vitamina C en la muestra a partir del título de la solución de 2,6-diclorofenolindofenol.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis proximal del fruto de *P. lúcuma*

Tabla 4-1: Análisis proximal de la pulpa de *P. lúcuma*

Determinación	Unidad	Lúcuma
Humedad	%	68,876 ± 0,081
Cenizas	%	1,559 ± 0,034
Proteína	%	2,656 ± 0,065
Grasas	%	2,701 ± 0,138
Fibra	%	3,787 ± 0,368
Azúcares	%	20,524 ± 0,121
Proteína AE	%	4,325 ± 0,194

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Tras realizar el análisis proximal de la pulpa de *P. lúcuma*, se obtuvieron los siguientes resultados, el porcentaje de humedad obtenido fue de 68,876% con una variación estándar de $\pm 0,081\%$, valor que al compararse con el estudio de Estrada y Pimentel y la normativa BID-ADEX –RTA, 2009, pág. 3, se encuentra similitud entre sus resultados, pues los mismos mencionan tener un porcentaje de humedad de 61,7% y 72.3% respectivamente lo cual nos da un indicativo de que este parámetro se encuentra idóneo; por otro lado el porcentaje de ceniza obtenido experimentalmente dio un resultado de $1,559\% \pm 0,034\%$, lo cual mantiene una relación con los estudios y la normativa peruana para pulpa de lúcuma, se toma en cuenta las guías de este país, debido a que en Ecuador no se cuenta con una normativa vigente que estipule los requisitos mínimos para esta fruta.

En cuanto a la proteína se obtuvo un valor de $2.656\% \pm 0.065\%$, mismo que se encuentra entre los rangos estipulados por (Maza-De la Quintana et al, 2020, p. 135) quienes mencionan que el valor de proteína se debe encontrar entre 1,5% y 2,4% aproximadamente, para complementar el estudio se realizó el microanálisis elemental para determinar cuantitativamente el contenido de proteína presente en la muestra, obteniéndose un valor de $4,325\% \pm 0,194\%$, en el cual se observa un aumento considerable debido a que esta técnica se basa en la combustión de los bioelementos que forman parte estructural de los aminoácidos en condiciones óptimas; por su parte el valor de grasas totales alcanzado fue de $2,701\% \pm 0,138\%$, este valor al compararlo con la información de otros autores se encuentra elevado, pues (Acaro y Toapanta, 2023, p. 14) indican que el contenido

de grasa en la pulpa de lúcumas oscila entre 0.2% y 0,5%, esta alteración no es de gran relevancia dado que las frutas de la familia Sapotaceae se caracterizan por poseer una alta cantidad de ácidos grasos.

En cuanto a la fibra, se menciona que mantiene un valor de $3,787\% \pm 0,368\%$, mismo que representa un valor más alto que los obtenidos por (Acaro y Toapanta, 2023, pág. 14) quienes en su estudio mantienen valores de fibra que se encuentran entre 1,10% y 1,30%; el total de azúcares reportados en la pulpa de lúcumas fue de $20,524\% \pm 0,121\%$, valor semejante al total de azúcares obtenidos por (Maza-De la Quintana et al, 2020, p. 135) cuyos valores fueron de 25% y 34,9% de glúcidos,

4.2. Pectina de pulpa de *P. lucuma* y sus características químicas

Tabla 4-2: Pectina de pulpa de *P. lucuma* y sus características químicas

Determinación	Unidad	Lúcumas
Pectina	%	19,9394
Grado de esterificación	%	55,5556
Grado de metoxilación	%	9,0667

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

En la Tabla 4-2, se aprecia que la pulpa de *P. lucuma* presenta entre sus componentes un 19,9394% de pectina por cada 50g, siendo una fruta con alto contenido de pectina, es importante mencionar que dicho contenido se ve influenciado por el tipo de fruta y el estado de maduración de la misma; las propiedades fisicoquímicas de la pectina está determinada en gran medida por el grado de esterificación, que para nuestra muestra es del 55,5556%, valor que la clasifican como pectina de alto metoxilo (>50%) Extra slow set (< 58%) mismo que gelifica en un tiempo mayor a los 5 minutos.

Los datos presentados guardan relación con lo descrito por (Franco, 2022, p. 31) quien detalla que las pectinas de alto metoxilo son aquellas que presenten un porcentaje mayor al 50% de grado de esterificación, subdividiéndose a su vez en pectinas de rápida gelificación y de lenta gelificación, característica que está dada por el grado de metoxilación y sus interacciones hidrofóbicas entre las moléculas de la pectina, lo cual es descrito por (Patiño, 2021, p. 26) quien en su investigación confirma que las pectinas con un alto grado de metoxilación presentan una mayor fuerza para formar geles.

4.3. Espectro IR de la pulpa y pectina de *P. lucuma*

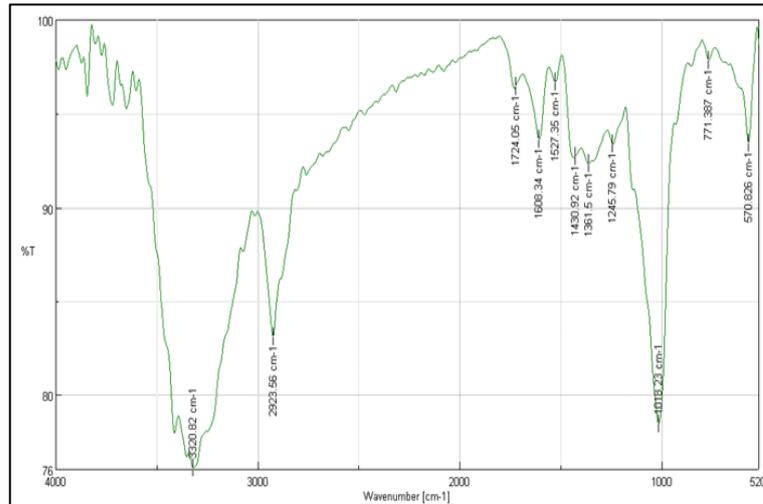


Ilustración 4-1: Espectro IR de la pulpa de *P. lucuma*

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

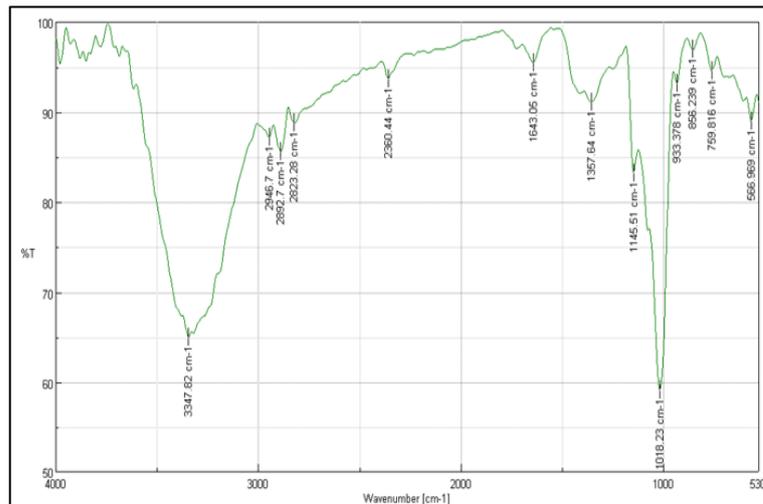


Ilustración 4-2: Espectro IR pectina de *P. lucuma*

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Una vez realizada la espectrofotometría infrarroja, se puede observar en la ilustración 4-1 y 4-2 los distintos picos, entre los que se destacan: un pico ancho de 3320, 82cm⁻¹ y 3347.82cm⁻¹, correspondientes a la gran cantidad de grupos O-H que forman parte estructural de la pulpa y pectina de *P. lucuma*; de la misma forma se evidencian las bandas de 2923, 56 cm⁻¹ (pulpa), 2946,7cm⁻¹ y de 2892.7cm⁻¹ (pectina), que corresponden a la tensión existente entre el C-H del grupo CH₂ perteneciente a los alcanos. Por otro lado, se tiene la presencia de grupos carboxilos libres, dado que en los espectros IR se evidencian bandas de 1724,05cm⁻¹ y 1643,05cm⁻¹ respectivamente, los cuales tienen una gran importancia puesto que permiten determinar el

grado de esterificación de la pectina. Se observa además la presencia de una banda de $1361,5\text{cm}^{-1}$ para la pulpa y 1357.64cm^{-1} para la pectina, la cuales son características de las vibraciones de tensión existentes entre el C-O. Todos los datos previamente presentados mantienen estrecha relación con los resultados provenientes del trabajo elaborado por (Chasquibol et al, 2008, p. 175), pues al analizar el espectro IR de la pectina de la pulpa del níspero de la sierra presenta bandas similares a las obtenidas en el presente estudio.

4.4. Elaboración de la bebida

Una vez caracterizada la materia prima, se procedió a realizar la formulación y elaboración de 8 bebidas a base de lúcumo, mismas que se encuentran detalladas en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Formulaciones empleadas para la elaboración de las bebidas

Formulación	Cantidad de pulpa de lúcumo (g)	Cantidad de azúcar (g)	Cantidad de benzoato de sodio (g)	Cantidad de ácido cítrico (g)
F1	25.08 (10 % pectina pulpa)	5	0.25	0.75
F2	62.69 25 % pectina pulpa	5	0.25	0.75
F3	23.82 9.5 % pectina pulpa + 0.5 % pectina comercial	5	0.25	0.75
F4	61.44 24.5 % pectina pulpa + 0.5 % pectina comercial	5	0.25	0.75
F5	100.30 40 % pectina pulpa	5	0.25	1.25
F6	137.92 55 % pectina pulpa	5	0.25	1.25
F7	99.05 39.5 % pectina pulpa + 0.5 % pectina comercial	5	0.25	1.25
F8	136.66	5	0.25	1.25

54.5 % pectina
pulpa + 0.5 %
pectina comercial

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Es importante mencionar que la cantidad de benzoato y de ácido cítrico fueron calculados mediante el CODEX, con la finalidad de dar cumplimiento a las cantidades máximas permisibles para el uso de conservantes y estabilizantes en jugos y néctar (CODEX ALIMENTARIUS, 1995, p. 109).

4.5. Espectro IR de las bebidas a base de *P. lúcuma*

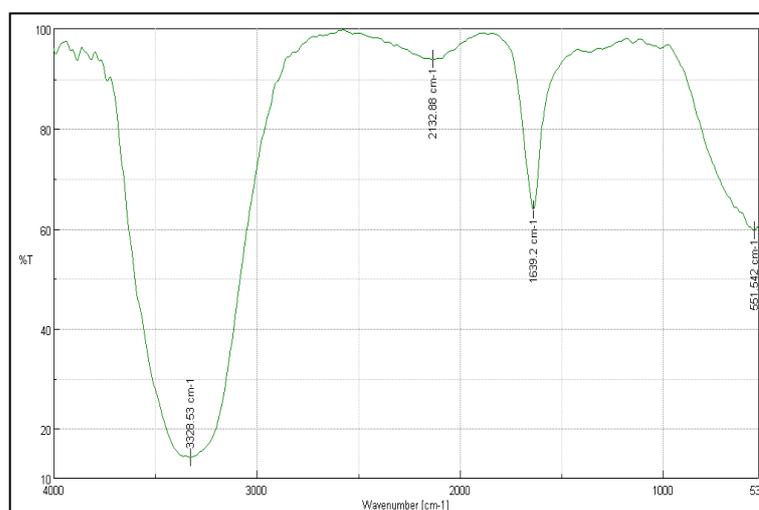


Ilustración 4-3: Espectro IR de la formulación 1

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

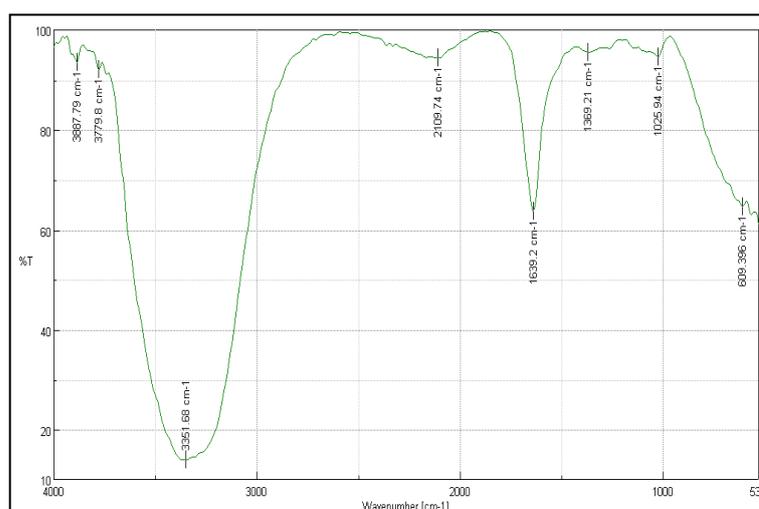


Ilustración 4-4: Espectro IR de la formulación 2

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

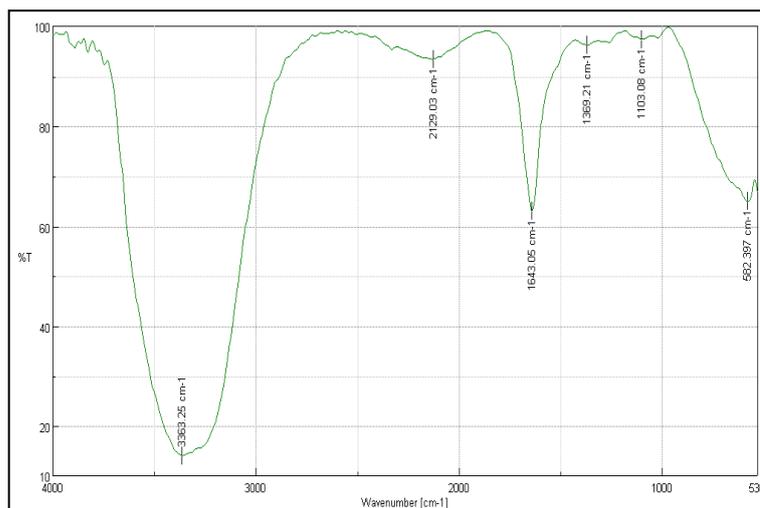


Ilustración 4-4: Espectro IR de la formulación 3

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

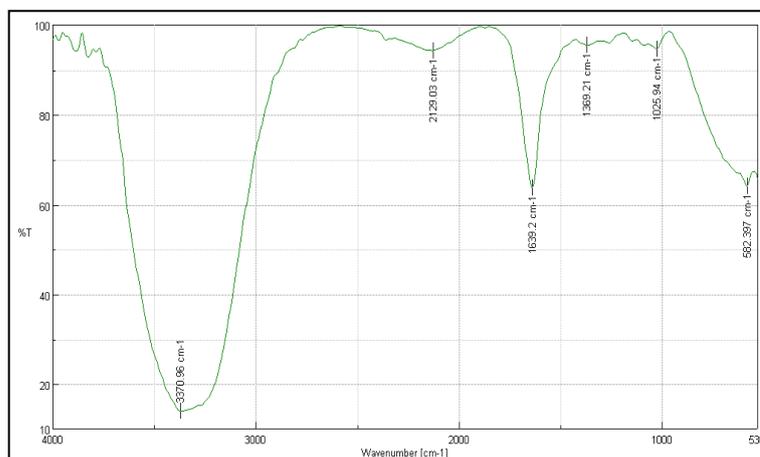


Ilustración 4-5: Espectro IR de la Formulación 4

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

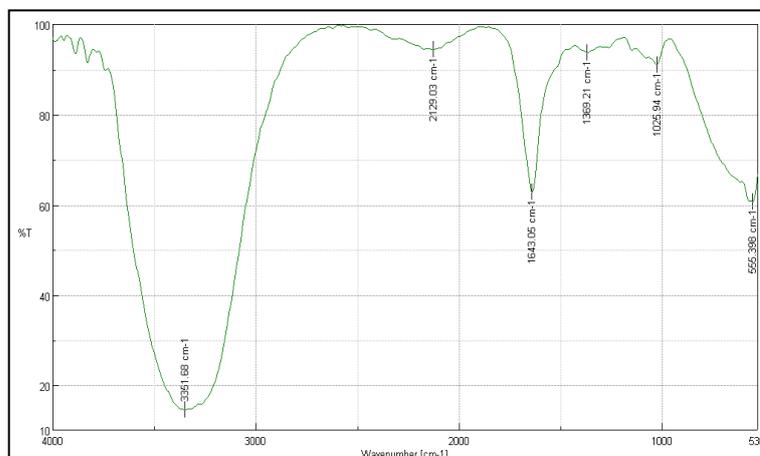


Ilustración 4-6: Espectro IR de la formulación 5

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

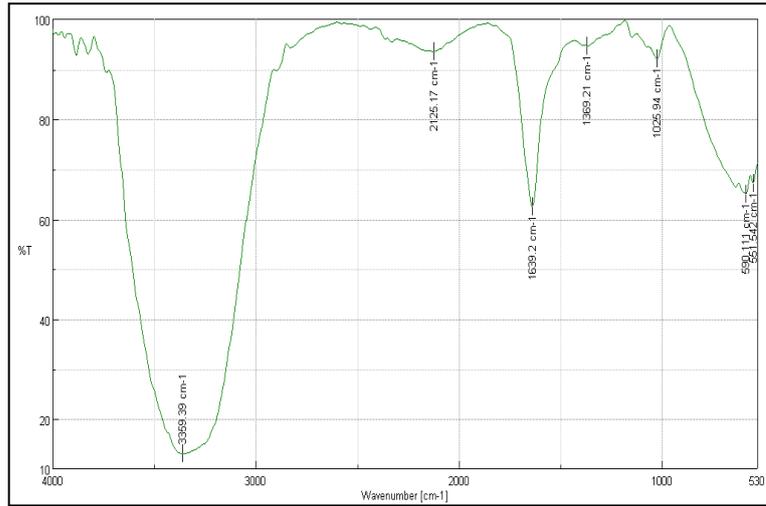


Ilustración 4-7: Espectro IR de la Formulación 6

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

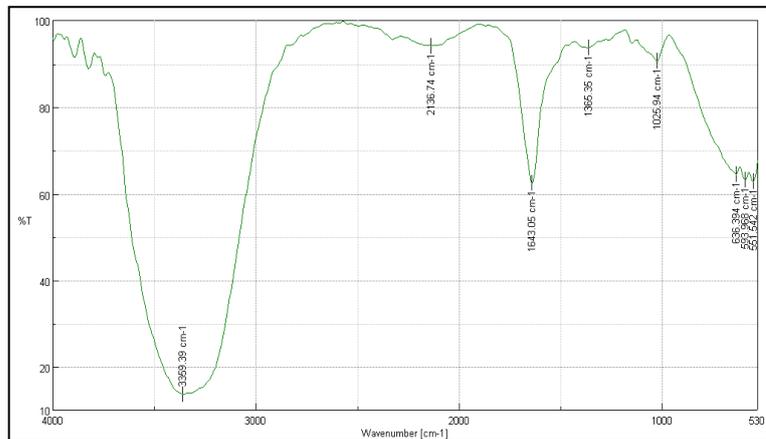


Ilustración 4-8: Espectro IR de la Formulación 7

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

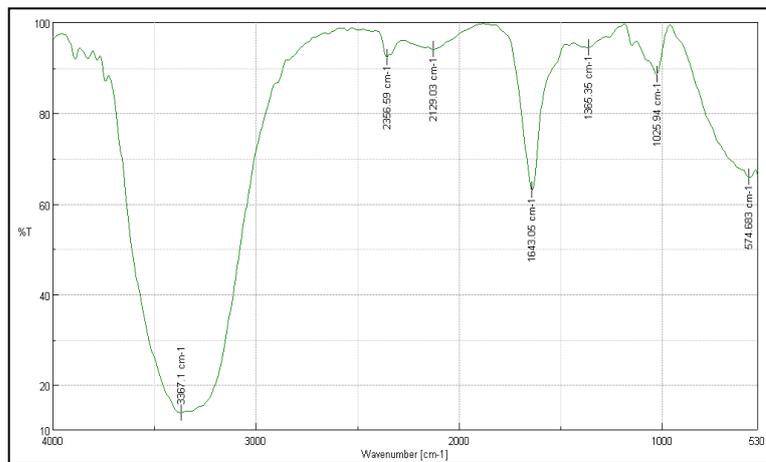


Ilustración 4-9: Espectro IR de la Formulación 8

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Una vez realizada la espectrofotometría infrarroja, se puede observar en las ilustraciones 4-3 hasta la 4-10 los distintos picos, entre los que se destacan: los picos anchos de: $3328,53\text{cm}^{-1}$, $3887,79\text{cm}^{-1}$, $3779,80\text{cm}^{-1}$, $3351,68\text{cm}^{-1}$, $3363,25\text{cm}^{-1}$, $3370,96\text{cm}^{-1}$, $3351,68\text{cm}^{-1}$, $3359,39\text{cm}^{-1}$, $3359,39\text{cm}^{-1}$ y $3367,10\text{cm}^{-1}$, correspondientes al grupo funcional O-H que forman parte estructural de la pulpa y pectina de *P. lucuma*; de la misma forma se evidencian bandas de: $2132,88\text{cm}^{-1}$, $2109,74\text{cm}^{-1}$, $2129,03\text{cm}^{-1}$, $2129,03\text{cm}^{-1}$, $2125,17\text{cm}^{-1}$, $2136,74\text{cm}^{-1}$, $2356,59\text{cm}^{-1}$, mismos que corresponden a la tensión existente entre el C-H del grupo CH_3 perteneciente a los alquinos. Por otro lado, se tiene la presencia de grupos carboxilos libres, dado que en los espectros IR se evidencian bandas de: $1639,20\text{cm}^{-1}$ y $1643,05\text{cm}^{-1}$ en las diferentes formulaciones empleadas, este grupo es el más importante dado que demuestra el nivel de esterificación que tiene la pectina de la fruta empleada.

4.6. Control microbiológico de las distintas formulaciones empleadas para la elaboración de las bebidas

Como parte del proceso de control de calidad post elaboración, se realizaron cultivos microbiológicos para determinar la presencia de *Aerobios mesófilos*, *Coliformes fecales*, *E. coli* y Mohos y levaduras, para lo cual se emplearon placas Microfast, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 4-4: Resultados microbiológicos de las bebidas previamente pasteurizadas

Formulaciones Microorganismos	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	<i>Aerobios mesófilos</i> (UFC/cm ³)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coliformes</i> (NMP/cm ³)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coliformes fecales</i> (NMP/cm ³)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mohos y Levaduras</i> (UP/cm ³)	0	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

En la tabla 4-4 podemos observar que, tras la pasteurización de las bebidas elaboradas, no existe crecimiento de ninguno de los microorganismos estudiados, lo cual es un indicativo de que las bebidas fueron elaboradas siguiendo lo más estrictos protocolos de asepsia para garantizar la inocuidad alimentarias.

Los resultados expresados se mantienen dentro de los valores estipulados en la NTE INEN-2337 para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, en la sección de productos pasteurizados, pues en la misma se establece que el NMP de *Coliformes* y *Coliformes fecales* el crecimiento debe ser $< 3 \text{ NMP/cm}^3$, mientras que, para el recuento de *Aerobios mesófilos* y mohos y levaduras, se acepta un reporte de $< 10 \text{ UFC/cm}^3$ y $< 10 \text{ UP/cm}^3$ respectivamente.

4.7. Pruebas fisicoquímicas en las bebidas

En la Tabla 4-5, se puede observar los resultados obtenidos en las distintas pruebas fisicoquímicas, realizadas en cada una de las formulaciones; de la misma manera se puede observar en la Tabla 4-6, los resultados fisicoquímicos de dos bebidas comerciales.

Tabla 4-5: Pruebas fisicoquímicas en las formulaciones

Código	pH	Acidez titulable (%)	°Brix
F1	4.3600	0.0866	26.3250
F2	4.4600	0.0943	29.5900
F3	4.4000	0.0848	25.7200
F4	4.2250	0.0472	28.9600
F5	4.3250	0.0927	35.7500
F6	3.6850	0.1179	38.8900
F7	4.2800	0.0925	35.0750
F8	3.8200	0.1138	38.2450

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Tabla 4-6. Propiedades fisicoquímicas en bebidas comerciales

Código	pH	Acidez titulable (%)	°Brix
Natura néctar de durazno	4.4200	0.0340	7.8500
Natura jugo de naranja	3.9350	0.0713	6.8050

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Para la bebida F1 los valores obtenidos de los análisis de pH, acidez titulable y grados brix son: 4,3600; 0,0866; 26, 3250 respectivamente de la misma manera podemos observar que en la preparación F2 los valores obtenidos son 4,4600; 0,0943; 29,5900. En cuanto a la formulación 3, se perciben resultados simultáneos a los anteriores, pues los mismos mantienen valores de 4,4000; 0,0848; 25,7200 para los parámetros anteriormente establecidos; en la bebida número 4 los resultados fueron: 4,2250; 0,0472; 28,9600. Para la preparación F5 los ensayos

fisicoquímicos realizados reportan valores de 4,3250; 0,0927; 35,7500 para pH, acidez titulable y grados Brix respectivamente; por otro lado, en la formulación 6 se observan los siguientes valores: 3,6850; 0,1179 y 38,8900; mientras que en la formulación 7 los valores fueron: 4,2800; 0,0925; 35,0750. Finalmente, para la bebida F8 los resultados fisicoquímicos fueron: 3,8200; 0,1138; 38,2450.

Una vez obtenidos los resultados de cada uno de los análisis respectivos para cada bebida, se puede observar que existe una similitud en el pH y acidez titulable con las bebidas comerciales existentes en el mercado, mientras que en los grados brix si existe una diferencia considerable, sin embargo, la misma no es relevante dado que su valor está dado por el mínimo de este en cada fruta además se da cumplimiento a la normativa (NTE INEN 2337, 2008, p. 2) en donde se menciona que el pH de bebidas a base de frutas será menor a 4,5. Por lo cual se establece que cada una de las formulaciones cumplen con los requisitos mínimos requeridos para su elaboración.

4.8. Análisis de varianza (ANOVA) de los diferentes análisis realizados a las distintas formulaciones

En la Tabla 4-7, se presenta de manera resumida cada uno de los valores obtenidos mediante el análisis de las varianzas de cada una de las bebidas, realizando además una comparación entre las mismas, realizando para su efecto la prueba de Tukey, con la finalidad de determinar las diferencias existentes entre cada uno de los grupos.

Tabla 4-7: ANOVA

M	Grasa	Fibra	Proteína	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Potasio	Vitamina C
1	1.021	0.316	0.109	3.5250	3.466	0.062	0.019	0.003
	6	a	a	a	a	a	a	a
		6	5	5	4	0	8	5
2	2.553	0.791	0.195	5.0750	4.846	0.231	0.069	0.001
	9	b	b	c	b	b	a	b
		5	0	0	2	6	5	8
3	0.970	0.300	0.102	3.6650	3.566	0.100	0.023	0.001
	5	a	a	a	a	a	a	a
		8	5	5	4	5	1	3
4	2.502	0.775	0.181	5.2450	4.922	0.323	0.065	0.001
	9	b	b	b	b	b	a	b
		7	0	0	8	2	0	5
5	4.086	1.266	0.206	12.735	11.83	0.905	0.083	0.002
	3	c	c	d	c	c	c	b
		3	5	0	02	5	8	1
6	5.618	1.741	0.374	15.570	15.36	0.204	0.117	0.002
	6	d	d	f	d	d	a	d
		3	5	0	43	4	5	5

7	4.035	2	c	1.250	5	c	0.185	0	b	12.850	0	c	12.22	17	c	0.628	4	c	0.098	1	d	0.002	0	D
8	5.567	5	d	1.725	4	d	0.355	0	e	15.465	0	d	15.16	42	d	0.301	2	b	0.125	0	d	0.002	4	E
F-	161***			51***			2398***			5102***			1764***			9**			39***			252***		
A																								
N																								
O																								
V																								
A																								

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Una vez analizada la información obtenida del Análisis de Varianza de las diferentes muestras, se observa que, respecto al contenido de grasa, entre las formulaciones: 1 (10% pectina de pulpa) y 3 (9.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 2 (25% pectina de pulpa) y 4 (24.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 5 (40% pectina de pulpa) y 7 (39.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 6 (55% pectina de pulpa) y 8 (54.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) no existe diferencias significativas entre sus medias, es decir que con un 95% de confianza se puede concluir que el tipo y concentración de pectina empleado para la elaboración de las bebidas no altera significativamente el contenido de grasa en las mismas; además se observa que el valor F-ANOVA es indicativo de que al comparar todas las bebidas, la diferencia en contenido de grasa es altamente significativo entre ellas.

Respecto al contenido de fibra de cada una de las bebidas elaboradas, se establece que entre las formulaciones: 1 (10% pectina de pulpa) y 3 (9.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 2 (25% pectina de pulpa) y 4 (24.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 5 (40% pectina de pulpa) y 7 (39.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 6 (55% pectina de pulpa) y 8 (54.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) no existe diferencias estadísticamente significativas que demuestren que el tipo y concentración de pectina utilizado en la elaboración de las bebidas no influye en el contenido de fibra en las mismas; mientras que en su comparación global se observa una diferencia estadísticamente significativa.

En lo referente a la cantidad de proteína de las bebidas, se observa que únicamente entre las formulaciones 1 (10% pectina de pulpa) y 3 (9.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) y entre las formulaciones 4 (24.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) y 7 (39.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) no existe diferencias significativas en cuanto a su cantidad de proteínas al emplear diferentes tipos y concentraciones de pectina; por otra parte, al

realizar la comparativa entre todos los grupos se observa que las diferencias en el contenido de proteínas, de manera generalizada presenta una diferencia significativamente alta.

El contenido de azúcares totales y de azúcares reductores en cada una de las bebidas elaboradas, se mantienen similares entre las formulaciones: 1 (10% pectina de pulpa) y 3 (9.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 2 (25% pectina de pulpa) y 4 (24.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 5 (40% pectina de pulpa) y 7 (39.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 6 (55% pectina de pulpa) y 8 (54.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) es decir que al emplear tipos y concentraciones de pectina diferentes, los cambios no influye en el contenido total de azúcares y en la cantidad de azúcares reductores , sin embargo al realizar una comparativa global, observamos diferencias altamente significativas entre los grupos de bebidas.

En cuanto a la cantidad existente de azúcares no reductores, se establece que las formulaciones 1, 2, 3, 4, 6 y 8 presentan las mismas cantidades de azúcares no reductores sin importar el tipo y la cantidad de pectina que se haya empleado para su elaboración, además de ello, se observa que entre las formulaciones 5 y 7 el contenido de azúcares reductores no varía a pesar de hacer los respectivos cambios en la concentración y tipo de pectina empleada; sin embargo, al realizar la comparativa agrupada, se observa una leve diferencia significativa entre cada uno de los grupos.

El contenido de potasio en las distintas formulaciones presentan similitudes en sus contenidos a pesar de las diferencias en el contenido y tipo de pectina empleado para su elaboración, entre las bebidas con más similitud se encuentran: las formulaciones: 1 (10% pectina de pulpa) y 3 (9.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial); 2 (25% pectina de pulpa), 4 (24.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) y 5 (40% pectina de pulpa); y las formulaciones: 6 (55% pectina de pulpa), 7 (39.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) y 8 (54.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial). Cabe recalcar que, al realizar las comparaciones en conjunto, la significancia de los resultados es alta, lo cual garantiza la idoneidad de los resultados.

Finalmente, en lo que respecta al contenido de vitamina C se logra apreciar que existe similitud únicamente entre las formulaciones: 5 (40% pectina de pulpa) y 7 (39.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial) y 6 (55% pectina de pulpa) y 8 (54.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial). En las demás formulaciones las diferencias en el contenido de ácido ascórbico son estadísticamente diferente, lo cual entra en concordancia con los que se expresa tras realizar la comparación de todos los grupos en donde se observan diferencias altamente significativas entre los grupos estudiados.

Una vez obtenida la comparación grupal de cada una de las formulaciones es importante mencionar que conforme se aumenta la concentración de pectina de fruta, existe un aumento considerable en los valores de grasa, fibra, proteína, azúcares, potasio y vitamina C, por lo tanto, se debe tener en consideración que la formulación 6 cuyo contenido de pectina de pulpa de fruta es el más alto con un total del 55% , presenta mayores valores nutrimentales: grasa (5.618), fibra (1.741), proteína (0.374), azúcares totales (15.57), potasio (0.117) y vitamina C (0.0025), en comparación a las otras formulaciones con menor contenido de pectina de fruta o sus combinaciones.

Los resultados presentados, guardan relación con lo publicado por (Castro et al., 2021, p. 1) quienes realizaron la evaluación a nivel nutricional de una bebida a base de *Malta pilsen* enriquecida con *Passiflora tripartita*, en su estudio se tomó en consideración 5 tratamientos diferentes, sin embargo, el análisis estadístico se realizó únicamente para las variables sensoriales, encontrándose que el tratamiento con un 85% de malta presenta las características más idóneas, teniendo una diferencia e interacción estadísticamente significativa frente a las otras formulaciones, por ende a partir de esta bebida es que se realiza el análisis nutricional.

4.9. Análisis de componentes principales (PCA) de los diferentes análisis realizados a las distintas formulaciones

En la Tabla 4-8, se logra apreciar de manera resumida cada uno de los valores obtenidos mediante el análisis de componente principales, mismo que permite conocer la correlacione existentes entre las variables empleadas; de la misma forma en la tabla 4-9 se representa una explicación de los datos obtenidos en la anterior tabla.

Tabla 4-8: Matriz de componente rotado

	Componente	
	1	2
Grasa	0,995	0,078
Fibra	0,995	0,078
Azúcares reductores	0,981	0,061
Azúcares totales	0,977	0,098
Potasio	0,965	0,144
Proteína	0,928	-0,168
Vitamina C	0,196	-0,812
Azúcares no reductores	0,395	0,712

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Tabla 4-9. Varianza total explicada

Componente	Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	5,881	73,516	73,516
2	1,241	15,509	89,025

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Una vez culminado el análisis de componentes principales, se logra determinar que, mediante el modelo aplicado, existen 2 componentes principales que explican la varianza del 89,025% de las muestras; el primer componente está conformado por el contenido de: grasa, fibra, azúcares reductores, azúcares totales, potasio y proteína, mismos que están correlacionadas positivamente, es decir que en caso de que se aumente una de las variables, las demás también incrementarían su valor, lo cual explica el 73.516% de la varianza total. Por otro lado, el 15.509% restante de la varianza se encuentra determinado por el contenido de vitamina C y azúcares no reductores, mismos que forman parte del segundo componente, sin embargo, es necesario mencionar que no existe una relación nutricional entre ambos parámetros, puesto que el contenido de vitamina c, no depende de la cantidad de azúcares no reductores de la bebida, si no de, el contenido existente meramente en la fruta.

Cabe mencionar que el empleo del análisis de componente principales permite obtener una gráfica en la que se detalla cada uno de los grupos que se forman tras la obtención de los componentes principales que forman parte del modelo aplicado, dicha gráfica se observa en la ilustración x.

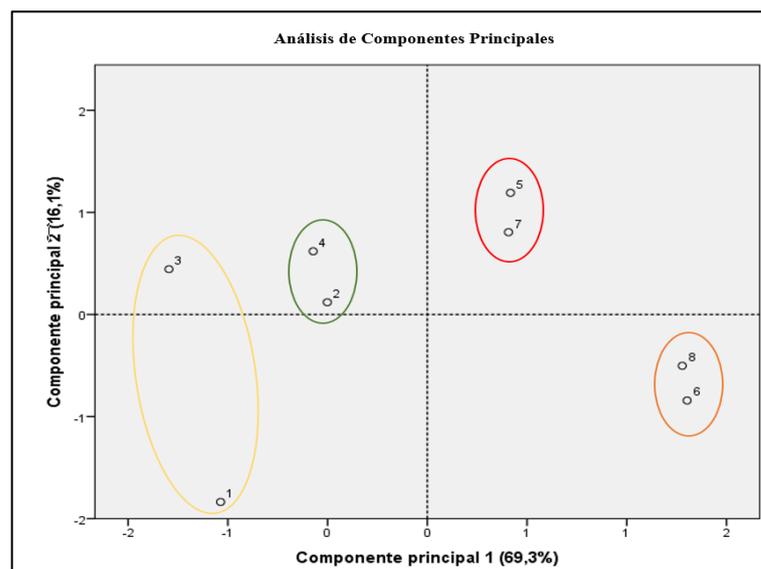


Ilustración 4-10: Análisis de componentes principales

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Se logra apreciar que se forman 4 grupos una vez explicada las varianzas del modelo, las formulaciones:1 y 3 se asemejan dado que tienen un contenido porcentual de pectina del 10%; de la misma manera se observa que el grupo conformado por las formulaciones 2 y 4 forman parte del mismo grupo al contener 25% total de pectina, en cuanto al grupo conformado por las formulaciones 5 y 7 se observa que estas tienen un contenido total de pectina del 40%, por último la mayor cantidad de pectina empleada fue en las formulaciones 8 y 6 quienes forman parte de un mismos grupo al emplear 55% de pectina en su formulación total; estos valores guardan relación por lo visto anteriormente en el análisis de varianza, en donde se logró apreciar que estas entre estas combinaciones no existía diferencia significativa entre sus variables, al utilizar una mezcla de pectina de pulpa y pectina comercial.

La falta de correlación observada respecto al contenido de vitamina C, es explicada por el proceso de pasteurización al que fueron sometidas las diferentes formulaciones, pues a través de este tratamiento térmico existe una pérdida considerable en la cantidad de ácido ascórbico, debido a la inestabilidad y fácil oxidación de esta molécula, además de que para el almacenamiento se empleó envases de vidrio transparente, mismo que no garantiza la estabilidad de dicha vitamina, pues la misma se oxida con facilidad en presencia de la luz; estos resultados se mantienen análogos a lo establecido por (Murillo et al., 2023, p. 15) quienes establecieron la cinética de degradación de la vitamina C en jugos almacenados.

Las diferencias en el contenido de azúcares no reductores en las formulaciones, se ve influenciado por la cantidad de azúcar y del grado de madurez que dispone la fruta empleada, pues la cuantificación de este tipo de azúcares se obtiene por la diferencia existente entre los azúcares totales y los azúcares reductores (Ávila et al., 2012, p. 129).

4.10. Elaboración y comparativa de tablas nutricionales de las distintas formulaciones

Tras la realización de cada uno de los ensayos necesarios, se procedió a elaborar las respectivas tablas nutricionales, siguiendo las recomendaciones estipuladas en la NTE INEN 1334-2: 2011, misma en la que se detallan los requisitos para el rotulado de productos alimenticios para el consumo humano.

Se realizó la comparativa entre las formulaciones: 1 (10% pectina de pulpa) y 3 (9.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial).

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	204 kJ (49 kcal)
	%Valor diario
Grasa Total 1g	1%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 11g	4%
Fibra 1g	
Azúcares 10g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-11: Valor nutricional formulación 1

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-12: Sistema gráfico formulación 1

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías) 209 kJ (50 kcal)	
	%Valor diario
Grasa Total 1g	1%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 11g	4%
Fibra 1g	
Azúcares 10g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-13: Valor nutricional formulación 3

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-14: Sistema gráfico formulación 3

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

En las Ilustraciones 4-12, 4-13, 4-14 y 4-15 se aprecia las tablas nutricionales y semáforos para las bebidas elaboradas siguiendo la formulación 1 y 3 respectivamente; en donde se evidencia que el tipo de pectina empleada no influye significativamente en la calidad nutricional del producto, pues ambas bebidas tienen un aporte del 1% de grasa, 4% de carbohidratos totales, 1 g de fibra y 10g de azúcar, lo que brinda un total de 49 kcal (F1) y 50 kcal (F3) para una dieta basada en 2000 kcal.

Para ambas formulaciones, la semaforización caracteriza a la bebida como: alto en azúcar por contener cantidades $\geq 7.5\text{g}/100\text{ml}$ y bajo en grasa su contenido $\leq 1.5\text{g}/100\text{ml}$, además de no

contener sal, lo cual puede verificarse en el reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano, emitido por el Ministerio de Salud Pública.

Se realizó la comparativa entre las formulaciones: 2 (25% pectina de pulpa) y 4 (24.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial)

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías) 321 kJ (77 kcal)	
	%Valor diario
Grasa Total 2g	3%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 15g	5%
Fibra 2g	
Azúcares 13g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-156: Valor nutricional formulación 2

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-17: Sistema gráfico formulación 2

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías) 328 kJ (78 kcal)	
	%Valor diario
Grasa Total 2g	3%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 16g	5%
Fibra 2g	
Azúcares 14g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-18: Valor nutricional formulación 4

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-169: Sistema gráfico formulación 4

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

En las Ilustraciones 4-16, 4-17, 4-18 y 4-19 se aprecia las tablas nutricionales y semáforos para las bebidas elaboradas siguiendo la formulación 2 y 4 respectivamente; en donde se evidencia que el tipo de pectina empleada no influye significativamente en la calidad nutricional del producto, pues ambas bebidas tienen un aporte del 3% de grasa, 5% de carbohidratos totales, 2 g de fibra y (13-14)g de azúcar, lo que brinda un total de 77 Kcal (F2) y 78 kcal (F4) para una dieta basada en 2000 Kcal.

Para ambas formulaciones, la semaforización caracteriza a la bebida como: alto en azúcar por contener cantidades $\geq 7.5\text{g}/100\text{ml}$ y bajo en grasa su contenido mayor a $1.5\text{g}/100\text{ml}$, pero menor

a 10g/100ml además de no contener sal, lo cual puede verificarse en el reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano, emitido por el Ministerio de Salud Pública.

Realizando una comparación de los jugos de fruta con la presentación comercial de jugos frutales de “Natura”, se logra apreciar que existe diferencias en la cantidad de kilocalorías, contenido de grasas totales, carbohidratos y azúcares, pues la presentación comercial aporta 60Kcal por porción, mientras que las formulaciones elaboradas aportan: (F1: 49Kcal; F2: 77Kcal; F3: 50Kcal y F8: 78Kcal), el contenido de grasa en el néctar de referencia es de 0g mientras que en las formulaciones elaboradas varía entre 1g y 2g. El contenido de carbohidratos reportado por “Natura” para el néctar de referencia es de 16g, de los cuales 14g corresponden a azúcares; mientras que, en el producto elaborado en el laboratorio, el contenido de carbohidratos se encuentra en: 11g, 15g y 16g; de los cuales 10g, 13g y 14g corresponden a la cantidad de azúcar en cada uno de ellos; se observa que la bebida F4 presenta la misma cantidad de carbohidratos y azúcares que la bebida de fruta comercial, sin embargo los contenidos en grasa si difieren, puesto que la lúcumo es una fruta con presencia de grasas saludables. Es importante mencionar que los jugos de frutas comerciales son sometidos a un proceso de fortificación, es por ello que se observa una diferencia significativa en el contenido de vitaminas reportados.

Se realizó la comparativa entre las formulaciones: 5 (40% pectina de pulpa) y 7 (39.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial).

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	744 kJ (178 kcal)
	%Valor diario
Grasa Total 3g	4%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 38g	13%
Fibra 4g	
Azúcares 34g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-17: Valor nutricional formulación 5

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-18: Sistema gráfico formulación 5

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	749 kJ (179 kcal)
	%Valor diario
Grasa Total 3g	4%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 39g	13%
Fibra 4g	
Azúcares 35g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-192: Valor nutricional formulación 7

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-203: Sistema gráfico formulación 7

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

En las Ilustraciones 4-20, 4-21, 4-22 y 4-23 se aprecia las tablas nutricionales y semáforos para las bebidas elaboradas siguiendo la formulación 5 y 7 respectivamente; en donde se evidencia que el tipo de pectina empleada no influye significativamente en la calidad nutricional del producto, pues ambas bebidas tienen un aporte del 4% de grasa, 13% de carbohidratos totales, 4 g de fibra y (35-34) g de azúcar, lo que brinda un total de 178 Kcal (F5) y 179 kcal (F7) para una dieta basada en 2000 Kcal.

Para ambas formulaciones, la semaforización caracteriza a la bebida como: alto en azúcar por contener cantidades $\geq 7.5\text{g}/100\text{ml}$ y medio en grasa su contenido mayor a $1.5\text{g}/100\text{ml}$, pero menor a $10\text{g}/100\text{ml}$ además de no contener sal, lo cual puede verificarse en el reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano, emitido por el Ministerio de Salud Pública.

Comparativa entre las formulaciones: 6 (55% pectina de pulpa) y 8 (54.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial).

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	926 kJ (221 kcal)
	%Valor diario
Grasa Total 4g	6%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 47 g	16%
Fibra 5g	
Azúcares 42g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-21: Valor nutricional formulación 6

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-22: Sistema gráfico formulación 6

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	240ml
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía (Calorías) 920 kJ (220 kcal)	
	%Valor diario
Grasa Total 4g	6%
Grasa Saturada 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0 mg	0%
Carbohidratos totales 46g	16%
Fibra 5g	
Azúcares 41g	
Proteína 0g	0%
Vitamina C 0%	
Potasio 0%	
*Los porcentajes de Valor Diario son calculados en base a una dieta de 8380kJ (2000 kcal)	

Ilustración 4-23: Valor nutricional formulación 8

Realizado por: Iñiguez, D., 2023



Ilustración 4-24: Sistema gráfico formulación 8

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

En las Ilustraciones 4-24, 4-25, 4-26 y 4-27 se aprecia las tablas nutricionales y semáforos para las bebidas elaboradas siguiendo la formulación 6 y 8 respectivamente; en donde se evidencia que el tipo de pectina empleada no influye significativamente en la calidad nutricional del producto, pues ambas bebidas tienen un aporte del 6% de grasa, 16% de carbohidratos totales, 5 g de fibra y (42-41) g de azúcar, lo que brinda un total de 221 Kcal (F6) y 220 kcal (F8) para una dieta basada en 2000 Kcal.

Para ambas formulaciones, la semaforización caracteriza a la bebida como: alto en azúcar por contener cantidades $\geq 7.5\text{g}/100\text{ml}$ y medio en grasa su contenido mayor a $1.5\text{g}/100\text{ml}$, pero menor a $10\text{g}/100\text{ml}$ además de no contener sal, lo cual puede verificarse en el reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano, emitido por el Ministerio de Salud Pública.

Al comparar las formulaciones de los néctares de fruta con la presentación comercial de néctar de “Natura”, se logra apreciar que existe diferencias en la cantidad de kilocalorías, contenido de grasas totales, carbohidratos y azúcares, pues la presentación comercial aporta 70 Kcal por porción, mientras que las formulaciones elaboradas aportan: (F5: 178 Kcal; F6: 221 Kcal; F7: 179 Kcal y F8: 220 Kcal), el contenido de grasa en el néctar de referencia es de 0g mientras que en las formulaciones elaboradas varía entre 3g y 4g. El contenido de carbohidratos reportado por “Natura” para el néctar de referencia es de 17g, de los cuales 15g corresponden a azúcares; mientras que, en el producto elaborado en el laboratorio, el contenido de carbohidratos se encuentra entre: 38g, 39g, 47g y 46g; de los cuales 34g, 35g, 42g y 41g corresponden a la cantidad de azúcar en cada uno de ellos; la diferencia en los contenidos de azúcares existentes entre las formulaciones y la presentación comercial, se debe a que la (OMS, 2023, p. 1) emitió una alerta sobre el uso de edulcorantes no calóricos, debido a sus posibles efectos indeseables respecto al riesgo de contraer diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares es por ello que en las formulaciones no se hizo uso de los mismos. Es importante mencionar que los néctares comerciales son sometidos a un proceso de fortificación, es por ello que se observa una diferencia significativa en el contenido de vitaminas reportados.

4.11. Escala hedónica

Con la finalidad de determinar el grado de aceptación de un nuevo producto, se puede realizar pruebas de análisis sensorial con una muestra de posibles consumidores, para lo cual se puede emplear pruebas descriptivas, discriminatorias o de preferencia/aceptación, siendo la última la más empleada por su efectividad para medir la preferencia relativa y gustos de los panelistas.

Se realizó la prueba de preferencia/aceptación con 37 consumidores potenciales, con la finalidad de determinar cuál de todas las formulaciones elaboradas es la que tiene mayor aceptación.; para la cual se les entregó un cuestionario con el cual calificarían las bebidas según la siguiente escala:

- Me gusta mucho
- Me gusta moderadamente

- Me gusta ligeramente
- Ni me gusta ni me disgusta
- Me disgusta ligeramente
- Me disgusta moderadamente
- Me disgusta mucho

A continuación, se presenta la Tabla 4-10 y la Ilustración 4-28, en donde se detallan los datos obtenidos tras la realización de las pruebas sensoriales.

Tabla 4-10: Prueba hedónica

Prueba Hedónica								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Me gusta mucho	2	0	14	7	0	2	9	8
Me gusta moderadamente	14	2	14	13	4	5	7	6
Me gusta ligeramente	13	7	7	7	3	8	7	8
Ni me gusta ni me disgusta	7	14	1	6	15	9	10	4
Me disgusta ligeramente	1	7	0	2	9	6	2	4
Me disgusta moderadamente	0	7	0	2	3	4	1	4
Me disgusta mucho	0	0	1	0	3	3	1	3

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

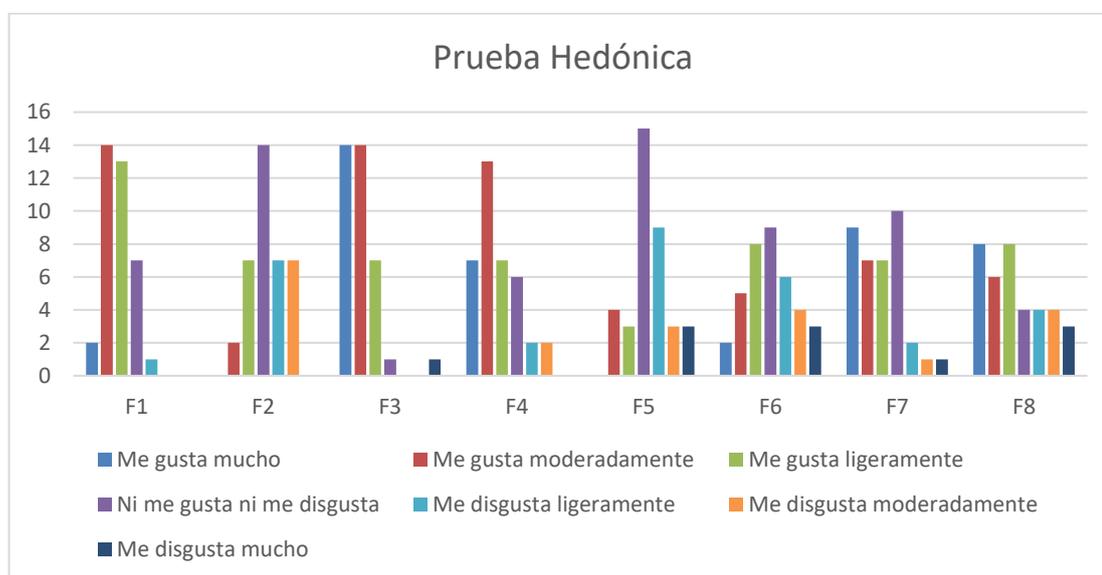


Ilustración 4-25: Resultados prueba hedónica

Realizado por: Iñiguez, D., 2023

Tras realizar la prueba hedónica, se percibe que la formulación 1 tiene un grado de aceptación considerable, puesto que 2 panelistas mencionaron que les gusta mucho la bebida, lo cual

corresponde al 5% de aceptación, seguido de un 38% (14 panelistas) que mencionaron que la bebida les gusta moderadamente; en cuanto a la formulación 2 se logra evidenciar que ningún catador menciona que le haya gustado mucho la bebida, tan solo 2 mencionan que les gusta considerablemente y otros 7, es decir el 19% de ellos mencionó que la segunda formulación les disgustó moderadamente. La formulación 3 por su lado presenta un alto grado de aceptación puesto que el 94% de las respuestas se encuentran en valores positivos de aceptación, pues 14 catadores mencionaron que les gustó mucho y otros 14 panelistas mencionaron que la bebida 3 afirmaron tener un gusto moderado en esta bebida. En la formulación 4, se evidencia un 19% de aceptación, se menciona esto dado que 7 personas indicaron que esta formulación les gustó mucho. En las formulaciones 5, 6 y 7 se observa que los panelistas tuvieron una aceptación imparcial, puesto el mayor porcentaje de las votaciones totales radicaron en la opción: no me gusta, pero tampoco me disgusta. Finalmente, la formulación 8 presenta opiniones divididas, puesto que 8 personas (22%) mencionan que les gusta mucho, mientras que 4 (11%) dicen que ni les gusta ni les disgusta, seguido de 3 personas (8%) quienes afirmaron que esta formulación les disgustó mucho.

Una vez concluida la comparación en conjunto de todas las respuestas emitidas por los panelistas, se estima que la bebida con mayor aceptación para los consumidores es la formulación 3 (9.5% pectina de pulpa + 0.5% pectina comercial), la cual como se pudo evidenciar en puntos anteriores aporta 50 kcal por porción, presenta un bajo contenido de grasa, pero debido a la naturaleza de la fruta empleada, su contenido de azúcar es alto (10g) para una dieta basada en 2000 Kcal.

En contraparte, se evidencia también que la formulación 5 (40% pectina de pulpa), es la que percibe menos aceptación por parte de los consumidores, esta formulación aporta 178 Kcal por porción y tiene un contenido medio de grasa, y mayor cantidad de azúcar que la formulación con mayor aceptación (35g), lo cual puede ser un variable que influye en la sensación de desagrado de los panelistas.

4.12. Pruebas de estabilidad durante el almacenamiento

Tras la elaboración de las bebidas, se realizó el estudio de estabilidad considerando los parámetros fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos de cada una de las formulaciones en diferentes tiempos y considerando dos temperaturas de almacenamiento, uno a temperatura ambiente 25 °C y otra a temperatura de refrigeración 4 °C.

4.12.1. Estabilidad de las propiedades organolépticas

Los resultados de la Tabla 4-11 muestran las diferencias encontradas en las propiedades organolépticas de las distintas formulaciones tras 60 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25 °C), mientras que en la tabla Y podemos observar los cambios en las características sensoriales tras el almacenamiento a temperatura de refrigeración (4 °C).

Tabla 4-11: Propiedades organolépticas a 25 °C

TIEMPO (DÍAS)	FORMULACIONES	PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS		
		COLOR	OLOR	SABOR
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F1	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Fermentado	Fermentado
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F2	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F3	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F4	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F5	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F6	Amarillo	Fermentado	Fermentado
30		Amarillo	Fermentado	Fermentado
60		Amarillo	Fermentado	Fermentado

0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F7	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F8	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico

Realizado por: Iñiguez D., 2023

Tabla 4-12: Propiedades organolépticas a 4 °C

TIEMPO (DÍAS)	FORMULACIONES	PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS		
		COLOR	OLOR	SABOR
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F1	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F2	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F3	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F4	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F5	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0	F6	Amarillo	Característico	Característico

7		Amarillo	Característico	Característico
15		Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F7	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico
0		Amarillo	Característico	Característico
7		Amarillo	Característico	Característico
15	F8	Amarillo	Característico	Característico
30		Amarillo	Característico	Característico
60		Amarillo	Característico	Característico

Realizado por: Iñiguez D., 2023

Se logra apreciar que manteniendo las distintas formulaciones en ambiente de refrigeración (4°C) no existe cambio en el color, olor y sabor de ninguna de las formulaciones tras 30 días de almacenamiento. Por otro lado, en la “Formulación 6” cuyo almacenamiento se suscitó a temperatura ambiente (25 °C) se evidencia un cambio en las variables olor y sabor a los 15 y 30 días después de fabricado el producto, pues en dicha formulación se evidencio la presencia de gas y un olor y sabor característico de procesos de fermentación.

Los cambios organolépticos presenciados en la formulación 6 que se mantuvo a temperatura ambiente, guardan relación con lo explicado por (Ancasi et al., 2006, pág. 95-96), quienes realizaron un estudio con la finalidad de determinar la presencia de mohos y levaduras en agua envasa y bebidas sin alcohol, incluyendo jugos y néctares frutales, llegando a la conclusión de que el crecimiento de levaduras en las bebidas es el principal causante de alteraciones organolépticas, pues estas producen CO₂ durante la fermentación de los azucares, lo cual puede ser evitado almacenado los productos a bajas temperaturas.

4.12.2. Estabilidad de las propiedades fisicoquímicas

Los resultados de la Tabla 4-13 muestran las diferencias encontradas en las propiedades fisicoquímicas de las distintas formulaciones tras 60 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25 °C), mientras que en la tabla Y podemos observar los cambios en las características sensoriales tras el almacenamiento a temperatura de refrigeración (4 °C).

Tabla 4-13: Propiedades fisicoquímicas a 25 °C

TIEMPO (DÍAS)	FORMULACIONES	PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS		
		pH	Acidez	° Brix
0		4,36	0,0834	26, 861
7		4,36	0,0845	26,782
15	F1	4,34	0,0874	26,325
30		4,32	0,08780	26,213
60		4,30	0,0887	26,200
0		4,46	0,0943	29,598
7		4,46	0,0944	29,590
15	F2	4,46	0,0945	29,498
30		4,44	0,0949	29,443
60		4,43	0,0950	29,440
0		4,40	0,0848	25,787
7		4,40	0,0848	25, 720
15	F3	4,40	0,0848	25, 698
30		4,39	0,0849	25,675
60		4,39	0,0851	25,674
0		4,23	0,0472	28,960
7		4,23	0,0472	28, 885
15	F4	4,23	0,0472	28,798
30		4,21	0,0480	28,701
60		4,20	0,0485	28,698
0		4,33	0,0927	35, 783
7		4,33	0,0927	35,764
15	F5	4,31	0,0965	35, 750
30		4,30	0,0984	35,712
60		4,28	0,0990	35,700
0		3,69	0,1179	38,890
7		3,30	0,1186	38,861
15	F6	3,01	0,1199	38,797
30		2,98	0,1205	38,712
60		2,81	0,1210	38,691
0		4,28	0,0925	35,075
7		4,28	0,0925	35,050
15	F7	4,28	0,0925	35,043
30		4,27	0,0932	35,032
60		4,27	0,0933	35,030
0		3,82	0,1138	38, 285
7	F8	3,82	0,1138	38,266
15		3,81	0,1143	38, 244

30	3,80	0,1146	38, 236
60	3,78	0,1151	38,224

Realizado por: Iñiguez D., 2023

Tabla 4-14: Propiedades fisicoquímicas a 4 °C

TIEMPO (DÍAS)	FORMULACIONES	PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS		
		pH	Acidez	°Brix
0		4,36	0,0834	26, 861
7		4,36	0,0845	26,782
15	F1	4,34	0,0874	26,325
30		4,32	0,08780	26,213
60		4,30	0,0887	26,200
0		4,46	0,0943	29,598
7		4,46	0,0944	29,590
15	F2	4,46	0,0945	29,498
30		4,44	0,0949	29,443
60		4,43	0,0950	29,440
0		4,40	0,0848	25,787
7		4,40	0,0848	25, 720
15	F3	4,40	0,0848	25, 698
30		4,39	0,0849	25,675
60		4,39	0,0851	25,674
0		4,23	0,0472	28,960
7		4,23	0,0472	28, 885
15	F4	4,23	0,0472	28,798
30		4,21	0,0480	28,701
60		4,20	0,0485	28,698
0		4,33	0,0927	35, 783
7		4,33	0,0927	35,764
15	F5	4,31	0,0965	35, 750
30		4,30	0,0984	35,712
60		4,28	0,0990	35,700
0		3,69	0,1118	38,890
7		3,65	0,1120	38,875
15	F6	3,55	0,1134	38,864
30		3,50	0,1179	38,856
60		3,48	0,1188	38,850
0		4,28	0,0925	35,075
7		4,28	0,0925	35,050
15	F7	4,28	0,0925	35,043
30		4,27	0,0932	35,032

60		4,27	0,0933	35,030
0		3,82	0,1138	38, 285
7		3,82	0,1138	38,266
15	F8	3,81	0,1143	38, 244
30		3,80	0,1146	38, 236
60		3.80	0,1146	38,229

Realizado por: Iñiguez D., 2023

Las propiedades fisicoquímicas fueron analizadas siguiendo el mismo procedimiento que en las características organolépticas, sin embargo, para este apartado se toma en consideración los valores de pH, acidez y °Brix, observándose que no existe mayor diferencia entre los valores obtenidos tras las diferentes temperaturas de conservación, al evaluar en conjunto los valores de acidez y °Brix observamos que no existe diferencia durante los 30 días empleados para la conservación de las bebidas, por lo tanto estos parámetros permiten determinar el tiempo de vida útil de las bebidas. En cuanto a los valores de pH podemos observar una ligera disminución del pH a partir del día 15-30, sin embargo, estos cambios son mínimos y se mantienen dentro de lo permisible en la normativa técnica ($\text{pH} < 4.5$) (NTE INEN 2337, 2008, p. 2).

Lo antes expuesto guarda relación por lo descrito en un estudio donde tras la elaboración de dos formulaciones de néctar menciona que los cambios observados en °Brix, densidad y acidez no determina el tiempo de vida útil de sus productos, dado que se mantienen en dentro de los mismos valores, sin embargo, al estudiar los valores pH, este observa que conforme aumentan los días de conservación su valor disminuye, es decir que existe mayor disponibilidad de ácido en sus formulaciones (Cuichán, 2013, p. 71).

4.12.3. Estabilidad de las propiedades microbiológicas

La composición de las bebidas elaboradas forman un ambiente ideal para el crecimiento de microorganismos, por ello en las formulaciones de las bebidas se usaron conservantes además de haberlas sometido a procesos de pasteurización, por lo tanto las mismas deben encontrarse libre de cualquier tipo de microorganismo para garantizar su estabilidad, en la Tabla 4-15 se evidencia el conteo de microorganismos reportados en 60 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25 °C), mientras que en la tabla Y, se indica el crecimiento de microorganismos tras 60 días de conservación a temperatura de refrigeración (4 °C). Los microorganismos estudiados fueron: aerobios mesófilos, Coliformes totales, Coliformes fecales, además del recuento de mohos y levaduras, para dar cumplimiento a la (NTE INEN 2337, 2008, pág. 2), respecto a los requisitos microbiológicos para productos pasteurizados.

Tabla 4-15: Estabilidad microbiológica a 25 °C

TIEMPO (DÍAS)	FORMULACIONES	MICROORGANISMOS			
		Aerobios mesófilos UFC/cm ³	<i>Coliformes</i> totales NMP/cm ³	<i>Coliformes</i> fecales NMP/cm ³	Mohos y Levaduras UP/cm ³
0		0	0	0	0
7		0	0	0	0
15	F1	1	0	0	0
30		8	0	0	0
60		20	1	0	2
0		0	0	0	0
7		0	0	0	0
15	F2	0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		2	0	0	0
0		0	0	0	0
7		0	0	0	0
15	F3	0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		1	0	0	0
0		0	0	0	0
7		0	0	0	0
15	F4	0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7		0	0	0	0
15	F5	0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7		0	0	0	0
15	F6	1	0	0	4
30		7	0	0	13
60		16	3	0	30
0		0	0	0	0
7		0	0	0	0
15	F7	0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		2	1	0	0
0		0	0	0	0
7	F8	0	0	0	0

15	0	0	0	0
30	0	0	0	0
60	5	0	0	3

Realizado por: Iñiguez D., 2023

Tabla 4-16: Estabilidad microbiológica a 4 °C

TIEMPO (DÍAS)	FORMULACIONES	PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS			
		Aerobios mesófilos UFC/cm ³	<i>Coliformes</i> totales NMP/cm ³	<i>Coliformes</i> fecales NMP/cm ³	Mohos y Levaduras UP/cm ³
0		0	0	0	0
7	F1	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		4	0	0	0
0		0	0	0	0
7	F2	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7	F3	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7	F4	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7	F5	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7	F6	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7	F7	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		6	0	0	3
0		0	0	0	0

7		0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		0	0	0	0
0		0	0	0	0
7	F8	0	0	0	0
15		0	0	0	0
30		0	0	0	0
60		1	0	0	0

Realizado por: Iñiguez D., 2023

Una vez concluidos los tiempos de incubación para cada microorganismo se logra apreciar que la estabilidad microbiológica de todas las formulaciones se conserva a la perfección cuando su almacenamiento se realiza a 4°C por 60 días, pues se observa crecimiento microbiano únicamente en las bebidas: F1 (*Aerobios mesófilos*: 4 UFC/cm³), F6 (*Aerobios mesófilos*: 6 UFC/cm³ y 3 UP/cm³ de levaduras) y F8 (*Aerobios mesófilos*: 1UFC/cm³), sin embargo, este recuento se encuentra dentro los límites establecidos por la NTE INEN 2337.

En cuanto al almacenamiento de las bebidas a temperatura ambiente, se observa que en las formulaciones 1 y 6 existe desarrollo de aerobios mesófilos, sin embargo su conteo es <10 UFC/cm³ tras los 30 días, por lo que siguen siendo aceptados , sin embargo, es importante recalcar que en la formulación 6 se observó y cuantifico 13 colonias de levaduras tras 30 días de almacenamiento a 25 °C, valor que forma parte del nivel de rechazo, a partir del día 60 se observa mayores signos de deterioro, dado que el crecimiento de aerobios mesófilos en dichas formulaciones se ve aumentado considerablemente (F1: 20 UFC/cm³ y F6: 16 UFC/cm³), es decir que la vida útil de estas 2 formulaciones es menor a un mes; en cuanto a las demás bebidas a pesar de evidenciarse el desarrollo de microorganismos, los mismos se encuentran dentro de los valores aceptables para el recuento de microorganismo en bebidas pasteurizadas, por lo tanto se especifica que las bebidas tienen una vida útil aproximada de 60 días, siendo la conservación en refrigeración (4°C) la más adecuada para garantizar la inocuidad de las bebidas.

El crecimiento de levaduras por fuera del nivel aceptable para bebida pasteurizadas se ve evidenciado también en las características organolépticas, pues en la Tabla 4-12 se detalla que esta misma formulación presentó un olor y sabor característico de los procesos de fermentación, lo cual guarda relación con lo descrito por (Munar, 2021, pág. 69) quien menciona que el mayor riesgo de deterioro en bebidas frutales y néctares esta dado por el crecimiento de mohos y levaduras, pues los mismos tienen a soportar ambientes no idóneos para otros microorganismos, siendo causantes de provocar sabores y olores no deseados.

CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis bromatológico de la materia prima para la elaboración de las bebidas, en este caso *Pouteria lucuma* (lúcuma), en donde se llegó a la conclusión que la fruta posee un 68,876% de humedad, 1,559% de cenizas, 2,656% de proteína, 3,701% de grasa, 3,707% de fibra, 20,529% de azúcares y 19,939% de pectina, lo cual la convierte en una fruta ideal para la elaboración de bebidas funcionales a base de frutas y con un aporte de nutrientes para el consumo humano.
- Se elaboraron 8 diferentes bebidas a base de *Pouteria lucuma* a las cuales se les realizaron los respectivos análisis bromatológicos obteniéndose un pH promedio de 4,194; acidez de 0,091 y °Brix de 32,319, además, se evidenció que las formulaciones 1 y 3 aportan: 1% de grasa, 4% de carbohidratos, 0% colesterol y 0% sodio; las formulaciones 2 y 4 por su parte aportan: 3% de grasa, 5% de carbohidratos, 0% colesterol y 0% sodio; en cuanto a las formulaciones 5 y 7, estas tienen un aporte de 4% de grasa, 13% de carbohidratos, 0% colesterol y 0% sodio; mientras que las formulaciones 6 y 8 cuentan con 6% de grasa, 16% de carbohidratos, 0% colesterol y 0% sodio.
- Para la formulación de las bebidas se utilizó pectina pura de pulpa y una mezcla de pectina de pulpa + pectina comercial en diferentes concentraciones y se determinó su calidad nutritiva. La Formulación 1 (10% pectina de pulpa) y la formulación 3 (9.5 % pectina pulpa + 0.5 % pectina comercial) son bebidas con un aporte calórico de 49 kcal y 50 kcal respectivamente, presentan bajo contenido de grasa, pero alto contenido de azúcar; la formulación 3 fue la más aceptada por los consumidores y cumple con todos los requerimientos organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos tras su almacenamiento por 60 días. Por otro lado, la formulación 2 (25 % pectina pulpa) y la formulación 4 (24.5 % pectina pulpa + 0.5 % pectina comercial) aportan 77 kcal y 78Kcal cada una, presentando un contenido medio de grasa y alto de azúcar. Por su parte la formulación 5 (40 % pectina pulpa) y la formulación 7 (39.5 % pectina pulpa + 0.5 % pectina comercial) aportan 178 kcal y 179 kcal respectivamente, con contenido medio de grasa y alto de azúcar; finalmente se elaboró 2 formulaciones con mayor contenido de pectina, siendo estas la formulación 6 (55 % pectina pulpa) y la formulación 8 (54.5 % pectina pulpa + 0.5 % pectina comercial), las cuales aportan 221 kcal y 220 kcal secuencialmente, ambas bebidas presentan un nivel medio de grasa y alto de azúcar; en cuanto a la estabilidad de las bebidas, además, se concluye que la formulación 1 se deteriora a las 60 días conservada a 25°C , puesto que con estas condiciones presentó un crecimiento de 20 UFC/cm³ de *Aerobios mesófilos*; mientras que la formulación 6, tiene un vida útil de 30 días tras su

almacenamiento a 25°C, pues la misma presenta un desarrollo de colonias levaduriformes superior al especificado en la normativa nacional (>10 UP/cm³), por lo tanto se concluye que las bebidas almacenadas en refrigeración (4°C) presentan la mejor estabilidad fisicoquímica, organoléptica y microbiológica tras 60 días post elaboración.

- Una vez analizado los datos obtenidos en las diferentes formulaciones elaboradas, se logró determinar que no existe diferencia estadísticamente significativa que demuestre que el tipo y concentración de pectina altere la calidad nutricional de las bebidas elaboradas a base de *Pouteria lucuma* (lúcuma), puesto que las diferencias evidenciadas en las tablas nutricionales de cada bebida se deben al contenido de pulpa de fruta más no en la concentración o tipo de pectina empleada para cada preparación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda almacenar las bebidas formuladas en refrigeración (4°C) especialmente en ambientes cálidos, pues se evidencia que al conservarse a esta temperatura las mismas presentan mejores características de conservación organoléptica, fisicoquímica y microbiológica.
- Se sugiere que se dé seguimiento al desarrollo del presente trabajo de investigación, realizando análisis estadísticos que permitan determinar si las alteraciones en las distintas formulaciones son significativas, para con ello conocer la mejor formulación para su lanzamiento al mercado.
- Se recomienda que se realicen pruebas de estabilidad en temperaturas mayores a 25 °C y menores a 4°C en un tiempo mayor a 2 meses para así, lograr determinar la vida útil exacta de las distintas formulaciones empleadas para elaborar las bebidas.

BIBLIOGRAFÍA

ACARO, A. y TOAPANTA, P. *Estudio de secado al vacío para la obtención de la harina de lúcuma (Pouteria Lúcumá L)* [en línea]. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a76383c3-36e1-4678-969f-4cad2ac0f266/content>.

ANCASI, C y BENÍTEZ, A. *Mohos y levaduras en agua envasada y bebidas sin alcohol. Revista Argentina de Microbiología* [en línea], 2006. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ram/v38n2/v38n2a11.pdf>.

ARREAGA, L. *La producción y exportación de las principales frutas no tradicionales y su importancia en las exportaciones totales del Ecuador, periodo 2012-2016* [en línea]. 2017. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23040/1/TESIS_FINAL.pdf.

ÁVIL, R et al. *Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en Agave cocui Trelease Content of total, Reducing and Non-Reducing Sugars in Agave cocui Trelease. MULTICIENCIAS* [en línea], 2012. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/904/90424216002.pdf>.

BALTAZAR, R et al. *Optimización de las condiciones de extracción de pectina a partir de cáscara de limón francés (Citrus medica) utilizando la metodología de superficie de respuesta. Agroindustrial Science* [en línea], 2013. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583454>.

BARQUERO, M. *Análisis proximal de alimentos* [en línea]. 2022. Disponible en: <https://editorial.ucr.ac.cr/ciencias-naturales-y-exactas/item/1644-analisis-proximal-de-alimentos-serie-quimica.html>.

BOZA, D et al. *Endulzante a base de lúcuma* [en línea]. 2022. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/932e0f7e523341249e0afc9019da00ec/content>.

CARRANZA, J et al. *Bebida funcional a base de pitahaya (Hylocereus undatus) y extractos de hierba luisa (Cymbopogon citratus) y albahaca (Ocimum tenuiflorum)*. [en línea], 2020. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/33624>.

CASTRO, A et al. *Evaluación nutricional de una bebida a base de malta pilsen enriquecida con taxo (passiflora tripartita).* *Revista Oratores* [en línea], 2021. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/328/3283333007/html/>.

CCASA, M. y BENAVENTE, P. *Identificación de la capacidad antioxidante en la bebida a base de mezclas de pulpa de lúcuma (pouteria lucuma) y harina de hojas de moringa (Moringa oleifera)* [en línea]. 2020. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a76383c3-36e1-4678-969f-4cad2ac0f266/content>.

CHASQUIBOL, N et al. *Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana* *Redalyc* [en línea], 2008. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428492010.pdf>.

CHÁVEZ, K. *Estudio y difusión del “pouteria lúcuma” y su aplicación como propuesta culinaria en la ciudad de Guayaquil.* [en línea]. 2020. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46760/1/BINGQ-GS-19P67.pdf>.

CODEX ALIMENTARIUS. *Norma general para los aditivos alimentarios* [en línea]. 1995. Disponible en: https://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf.

CONDE, A. *Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa productora y comercializadora de harina de luma (lucuma) en el canton gonzanama, provincia de Loja* [en línea]. 2015. Disponible en: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10427/1/ANABELCONDE %20BIBLIOTECA%29.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10427/1/ANABELCONDE%20BIBLIOTECA%29.pdf).

DA CUNHA, D et al. *Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica.* *Revista Chilena de Nutrición* [en línea], 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46929416005>.

DEL PUERTO, M. y MALDONADO, N. *Extracción de pectina a partir de diferentes materias primas: evaluación y validación del proceso* [en línea]. 2021. Disponible en: [https://dspace.unila.edu.br/bitstream/handle/123456789/6815/Extracción de Pectina a partir de Diferentes Materias Primas%3A Evaluación y Validación del Proceso?sequence=2&isAllowed=y](https://dspace.unila.edu.br/bitstream/handle/123456789/6815/Extracción%20de%20Pectina%20a%20partir%20de%20Diferentes%20Materias%20Primas%3A%20Evaluación%20y%20Validación%20del%20Proceso?sequence=2&isAllowed=y).

EQUIPOS Y LABORATORIO DE COLOMBIA. *Grados brix* [en línea]. 2022. Disponible en: <https://www.equiposylaboratorio.com/porta/articulo-ampliado/que-son-los-grados-brix>.

FAO. *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional seguridad alimentaria y nutricional para los territorios más rezagados 2020*". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [en línea], 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cb2242es>.

FRANCO, I. *Obtención de pectina a partir de la cáscara de pepino (Cucumis sativus) mediante hidrólisis ácida como aprovechamiento de residuos hortícolas* [en línea]. 2022. Disponible en: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/FRANCO_CARVACHE_IVONNE_MAOLY.pdf.

GARCÍA, E. *Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. Universitat de Valencia* [en línea]. 2012. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinación de proteínas.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinación%20de%20proteinas.pdf).

GARCÍA, M. *Análisis sensorial de alimentos.* [en línea]. 2014. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>.

GRANOTEC. *Elaborando bebidas funcionales.* [en línea].2020. Disponible en: <https://www.granotec.com.ec/bebidas-funcionales/>.

GUAMÁN, A. *Determinación del perfil nutricional para el etiquetado de los productos de amaranto de la fundación FORTIORI* [en línea]. 2012. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1998/1/56T00306.pdf>.

GUEVARA, A. *Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada.* 2015.

ITW REAGENTS. *Reactivo de fehling.* [en línea]. 2017. Disponible en: https://www.itwreagents.com/download_file/ce_ivd_instructions/CEIVD08/es/CEIVD08_es.pdf

LABORATORIES 3M SANTÉ. *Placas para Recuento de Coliformes.* 2019.

LANCHEROS, G. *Caracterización de pectina de cáscara de tomate de árbol(Solanum betacea) para potencial uso alimentario.* Ciencia Unisalle [en línea], 2019. Disponible en:

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1741&context=ing_alimentos.

MALPARTIDA, R et al. *Lúcuma (Pouteria lúcuma): Potencial bioactivo y agroindustrial del valle interandino peruano*". *Ciencia Latina* [en línea], 2021. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/326/428>.

MANTILLA, M. *Caracterización de pectina extraída a partir de residuos de fruta*. 2020.

MAZA et al. *Lúcuma (Pouteria lucuma): Composición, componentes bioactivos, actividad antioxidante, usos y propiedades beneficiosas para la salud*". *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2020. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000100135&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

MEDLINE PLUS. *Fibra soluble vs. insoluble*. [en línea]. 2022. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002136.htm>.

MENDOZA, A. *Efecto de los aditivos E415 y E466 sobre la estabilidad de la fibra del zumo de mora (Rubus glaucus) edulcorado con cañade azúcar (Saccharum officinarum)*" [en línea]. 2019. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6454/1/T-UTEQ-121.pdf>.

MONTENEGRO, J. *Investigación de la lúcuma de Loja, y su aplicación gastronómica*. [en línea]. 2015. Disponible en: http://192.188.51.77/bitstream/123456789/16095/1/62801_1.pdf.

MOREANO, M. *Determinación de azúcares reductores y su relación con carbohidratos no absorbidos en niños (a) del centro de educación inicial «maría montessori» del cantón latacunga en el período 2014- 2015.*" [en línea]. 2015. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10569/1/TESIS_MAYRA_MOREANO\(1\).pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10569/1/TESIS_MAYRA_MOREANO(1).pdf).

MUNAR, R. *Elaboración de nectarreducido en azúcar a base de especies vegetales tropicales* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80396/1015455482.2021.pdf;jsessionid=600BDA46455F24BD092D5DE2C08AEDD0?sequence=2>.

MURILLO, S et al. *Cinética de degradación de vitamina C en jugo de naranja (Citrus sinensis) en anaquel a temperatura ambiente y en frío*". *Manglar* [en línea], 2023. Disponible

en: <http://revistas.untumbes.edu.pe/index.php/manglar/article/view/357/677>.

NTE INEN 1334-2. *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Norma Técnica Ecuatoriana* [en línea]. 2014. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1334-2.pdf.

NTE INEN 1529-10. *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.* 2013.

NTE INEN 2337. *Jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos.* 2008.

NTE INEN 519. *Harinas de origen vegetal determinación de proteína* [en línea]. 1980. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/519.pdf>.

OMS. *La OMS desaconseja el uso de edulcorantes para controlar el peso - OPS/OMS / Organización Panamericana de la Salud.* [en línea]. 2023. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/15-5-2023-oms-desaconseja-uso-edulcorantes-para-controlar-peso>.

ORTIZ, B et al. *Estudio del efecto fisiológico del consumo de arepas enriquecidas con pectina extraída de la cáscara de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*)". *Revista Colombiana de Química* [en línea], 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042018000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=es.*

PATIÑO, T. *Optimización del proceso de obtención de pectina a partir de *Syzygium malaccense* L. (pomarroja) mediante el uso de hidrólisis ácida.* [en línea]. 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14693/1/20T01438.pdf>.

PÉREZ, E. y ESQUIVEL, R. *Adequacy of methodologies for analysis of sodium and potassium by atomic absorption spectroscopy in oral rehydration salts" *Tecnología en Marcha*, 2018.*

PLANTACIONES AGRO LAS ROCAS, *Plantaciones Lúcumo Seda Beltran.* [en línea]. 2020. Disponible en: <https://agrolasrocas.com/plantaciones/>.

PROECUADOR. *Nuevas tendencias de concentrados de jugos y bebidas para este 2021.* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.proecuador.gob.ec/nuevas-tendencias-de-concentrados-de-jugos-y-bebidas-para-este-2021/>.

PROSAC. *Placa Petrifilm para Recuento de Hongos y Levaduras.* [en línea]. 2022. Disponible en: https://4552735.app.netsuite.com/core/media/media.nl?id=34352&c=4552735&h=db4e4b4515afe02f6e08&_xt=.pdf.

PUGA, A. *Manejo poscosecha de granadilla en la parroquia yangana, cantón y provincia de Loja* [en línea]. 2021. Disponible en: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23919/1/Adriana Maribel Puga Muima.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23919/1/Adriana%20Maribel%20Puga%20Muima.pdf).

RAMÍREZ, C. *Obtención de pectina a partir de cáscaras de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y zanahoria amarilla (*Daucus carota*)* [en línea]. 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13098/1/96T00551.pdf>.

RAMIREZ, R et al. *La seguridad alimentaria: una revisión sistemática con análisis no convencional Food security: a systematic review with unconventional analysis.* *Revista Espacios*, 2020.

REA-PÁEZ, H. *Manual de Prácticas de la Unidad de Aprendizaje de Bromatología.* [en línea]. 2017. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/textbooks/L-Manuals/LM TII/LM TII.pdf](https://www.ecorfan.org/textbooks/L-Manuals/LM%20TII/LM%20TII.pdf).

RTE-022-2R. *Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados* [en línea]. 2014. Disponible en: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/RTE-022-2R_Rotulado_alimentos_procesados-1.pdf.

RUIZ, P. *Pouteria lucuma.* *Global Biodiversity Information Facility* [en línea]. 2022. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/species/2884071>.

TRUJILLO, Y. *Determinación de la calidad nutritiva de un crepe elaborado a base de harina de amaranto fortificado con harina de arroz para la población con enfermedad celíaca* [en línea]. 2022. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17379/1/56T01083.pdf>.

UNE- ISO 6658. *Actualidad. Análisis sensorial. Metodología. Guía general.* [en línea]. 2019.

Disponible en: <https://revista.une.org/12/analisis-sensorial.-metodologia.-guia-general.html>.

UNICEN. *Análisis de Alimentos.* [en línea]. 2019. Disponible en: https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Composición_proximal.pdf.

VELAÑA, J. *Elaboración de una bebida con propiedades antioxidante a base del mucílago de la caña fistula (Cassia fistula l.) con maracuyá (Passiflora edulis L.)* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VELAÑA SANCHEZ JOELY AYLIN.pdf>.

ZEGADA, V. *Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (hmo).* *SCIELO* [en línea], 2015. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312015000100007.



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS PROXIMAL DE *Pouteria lucuma*



ANEXO B: OBTENCIÓN DE PECTINA



ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO





epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 02 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Doménica Polett Iñiguez Luna
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Bioquímica y Farmacia
Título a optar: Bioquímica farmacéutica
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

2133-DBRA-UPT-2023

