

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL  
DE UNA INFUSIÓN A BASE DE MUÑA (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.),  
COLA DE CABALLO (*Equisetum arvense* L.), HIERBA LUISA  
(*Cymbopogon citratus*) Y SABORIZADA CON  
MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

TESIS

Presentada por:

Bach. CAROLINA MIRELLA LUQUE LLANOS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA – PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL  
DE UNA INFUSIÓN A BASE DE MUÑA (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.),  
COLA DE CABALLO (*Equisetum arvense* L.), HIERBA LUISA  
(*Cymbopogon citratus*) Y SABORIZADA CON  
MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

Tesis sustentada y aprobada el lunes 08 de agosto del 2016, estando  
conformado el jurado calificador por:

Presidente :   
Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

Secretario :   
MSc. MARCIAL ALFREDO CASTILLO COHAILA

Vocal :   
MSc. ROLANDO CÉSPEDES ROSSEL

Asesor :   
MSc. SAMUEL ROMÁN CERRO RUIZ

## DEDICATORIA

*A mis padres y hermano  
quienes guiaron mis pasos con  
mucho amor a lo largo de mi vida  
y me enseñaron a vencer  
cualquier obstáculo que se me  
presento en el camino;  
demostrándome que con  
perseverancia puedo alcanzar  
mis sueños y anhelos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darme la vida y permitir que pueda lograr cumplir con todas las metas que me he trazado.*

*A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron en el ámbito profesional y personal; con sus conocimientos, consejos y experiencias que me sirvieron de mucho para seguir adelante.*

*En especial a aquellos docentes de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias que supieron brindar sus enseñanzas y contribuir positivamente con mi persona.*

## ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	6
1.3 Delimitación de la investigación .....	6
1.4 Justificación .....	7
1.5 Limitaciones.....	8
1.6 Objetivos.....	8
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	9
2.1 Hipótesis general y específicas.....	9
2.2 Diagrama de variables .....	10
2.3 Indicadores de las variables .....	10
2.4 Operacionalización de variables .....	11
CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	12
3.1 Conceptos generales y definiciones.....	12
3.1.1 Los polifenoles .....	12
3.1.2 Los polifenoles de los alimentos y la salud.....	13
3.1.3 Los polifenoles totales (Método Folin- Ciocalteu) .....	14

3.1.4	Experimentos con mezcla .....	15
3.1.5	Evaluación sensorial .....	17
3.1.6	Pruebas afectivas.....	17
3.1.7	Escala hedónica no estructurada .....	18
3.	Enfoques teórico- técnicos .....	19
3.2.1	La muña .....	19
3.2.1.1	Composición de la muña .....	21
3.2.2	Hierba luisa .....	22
3.2.2.1	Composición de la hierba luisa .....	24
3.2.3	La cola de caballo .....	25
3.2.3.1	Composición de la cola de caballo.....	27
3.2.3.2	Usos de la cola de caballo .....	28
3.2.4	La maracuyá amarilla .....	29
3.2.4.1	Composición .....	31
3.3	Marco referencial .....	32
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		36
4.1	Tipo de investigación .....	36
4.2	Población y muestra .....	37
4.3	Materiales y métodos.....	40
4.3.1	Método experimental.....	40
4.3.2	Materiales y equipos .....	45

4.3.3	Métodos de análisis.....	49
4.3.4	Análisis de datos .....	50
CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS .....		51
5.1	Resultados.....	51
5.1.1	Análisis de la materia prima .....	51
5.1.2	Polifenoles totales .....	53
5.2	Evaluación de la aceptabilidad sensorial .....	58
5.2.1	Color .....	59
5.2.2	Olor .....	62
5.2.3	Sabor .....	65
5.2.4	Apariencia .....	68
5.2.5	Determinación del tratamiento óptimo .....	71
5.3	Discusión de resultados.....	77
5.3.1	Polifenoles totales .....	77
5.3.2	Color .....	78
5.3.3	Olor .....	79
5.3.4	Sabor .....	80
5.3.5	Apariencia .....	81
5.3.6	Óptimo .....	82
CONCLUSIONES .....		83
RECOMENDACIONES.....		85

REFERENCIAS .....	86
ANEXOS .....	95

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de las variables en estudio .....	10
Figura 2. Región simplex para tres componentes $x_1$ , $x_2$ , $x_3$ .....	16
Figura 3. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial afectiva .....	18
Figura 4. Muña ( <i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb) hojas y flor.....	20
Figura 5. Hierba Luisa ( <i>Cymbopogon citratus</i> ).....	23
Figura 6. Composición de la hierba luisa .....	24
Figura 7. Tallos de cola de caballo .....	26
Figura 8. Maracuyá amarilla ( <i>Passiflora edulis</i> ) variedad <i>flavicarpa</i> Degener .....	30
Figura 9. Flujo de diseño de tipo experimental para la evaluación de la infusión.....	40
Figura 10. Hierbas muña, hierba luisa y cola de caballo antes del mezclado .....	43
Figura 11. Muestras de infusiones previas al análisis .....	52
Figura 12. Curvas de nivel del modelo relativo a los polifenoles totales de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa.....	55

Figura 13. Superficie de respuesta del modelo relativo a los polifenoles totales de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa .....	56
Figura 14. Curvas de nivel del modelo relativo a los polifenoles totales de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y maracuyá .....	57
Figura 15. Curvas de nivel del modelo relativo a la aceptabilidad sensorial del color de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa .....	61
Figura 16. Superficie de respuesta del modelo relativo a la aceptabilidad sensorial del color de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y maracuya .....	62
Figura 17. Curvas de nivel del modelo relativo a la aceptabilidad sensorial del olor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa .....	64
Figura 18. Superficie de respuesta del modelo relativo a la aceptabilidad del olor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa .....	65

Figura 19. Curvas de nivel del modelo relativo a la aceptabilidad sensorial del sabor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa .....	67
Figura 20. Superficie de respuesta del modelo relativo a la aceptabilidad del sabor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa .....	68
Figura 21. Curvas de nivel del modelo relativo a la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa .....	70
Figura 22. Superficie de respuesta del modelo relativo a la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa.....	71
Figura 23. Curvas de nivel de la muestra optimizada de infusión.....	73
Figura 24. Análisis sensorial comparativo de la muestra óptima y dos muestras comerciales (bebidas no alcohólicas) .....	74
Figura 25. Flujo definitivo del proceso de elaboración de la infusión a base de muña, cola de caballo, hierba luisa, y maracuyá.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables del estudio de tipo experimental .....	11
Tabla 2. Composición de la muña en 100 g de parte comestible .....	21
Tabla 3. Compuestos fenólicos totales, flavonoles y flavonas y capacidad antioxidante de la muña e inca muña .....	21
Tabla 4. Análisis de compuestos bioactivos de los extractos acuosos, etanólicos y metanólicos de hojas de <i>Cymbopogon citratus</i> .....	25
Tabla 5. Cuantificación de fenoles totales, taninos totales .....	27
Tabla 6. Formas de uso de la cola de caballo ( <i>Esquisetum arvense/ bogotense</i> ).....	29
Tabla 7. Valor nutricional de la maracuyá .....	31
Tabla 8. Rango de estudio de las variables independientes .....	38
Tabla 9. Tratamientos según el diseño de mezclas de vértices extremos para el rango de las variables independientes en estudio .....	39
Tabla 10. Composición proximal de las materias primas (g/100 g) .....	51

Tabla 11. Resultados del análisis de polifenoles totales según diseño de mezclas para la infusión de muña, cola de caballo, hierba luisa y pulpa de maracuyá.....	53
Tabla 12. Resultados del análisis sensorial según diseño de mezclas para la infusión de muña, cola de caballo, hierba luisa y pulpa de maracuyá.....	58
Tabla 13. Solución numérica del proceso de optimización para la mezcla óptimo de la bebida.....	72
Tabla 14. Análisis microbiológicos del producto óptimo .....	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de prueba hedónica escala no estructurada .....	96
Anexo 2. Polifenoles totales en la hierba luisa (lemon grass) en <i>ug</i> /ml de acido gálico .....	97
Anexo 3. Requisitos microbiológicos para bebidas a base de hierbas de uso alimentario para infusiones (té, mate, manzanilla, boldo, otros) .....	98
Anexo 4. Tipos de diseños de investigación .....	99
Anexo 5. Matriz de consistencia .....	100
Anexo 6. Análisis estadístico .....	101
Anexo 7. Análisis comparativo con muestras comerciales .....	108
Anexo 8. Informes de ensayos.....	110

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la influencia de la concentración de hojas frescas de muña, cola de caballo y hierba luisa de una infusión saborizada con pulpa de maracuyá sobre su contenido de polifenoles totales y aceptabilidad sensorial. Para este estudio de tipo experimental se utilizó el diseño de mezclas con 13 tratamientos para 4 variables independientes. Para el análisis de resultados se aplicó la metodología de superficie de respuesta. Se concluyó que la influencia de la mezcla de hierbas sobre los polifenoles totales es significativa al nivel del 5%, siendo las hierbas muña y cola de caballo las que aportan a la bebida más de 230  $\mu\text{g/ml}$  de polifenoles totales, y los de menor aporte resultaron la hierba luisa y pulpa de maracuyá con menos de 170  $\mu\text{g/ml}$ . Asimismo la aceptabilidad sensorial de la infusión, fue significativa para el color y la apariencia. La mezcla óptima de hierbas de mayor aceptación fue muña 50%, cola de caballo 5%; hierba luisa 25% y pulpa de maracuyá 20%; a dicha mezcla óptima le corresponde un contenido de polifenoles totales 244  $\mu\text{g/ml}$  ácido gálico, con una aceptabilidad del color de 5,55; olor 5,77; sabor 5,87; apariencia 6,14; valores estimados mediante las ecuaciones halladas. El análisis final de mohos y enterobacterias reporto  $1,0 \times 10^1$ ; valor por debajo del límite establecido por DIGESA.

Palabras clave: aceptabilidad sensorial, polifenoles totales, optimización.

## **ABSTRACT**

The aim of the study was: to evaluate the influence of the concentration of fresh leaves of muña, horsetail and lemongrass infusion of a flavored with passion fruit pulp on the content of total polyphenols and sensory acceptability. For the experimental study, the mix design with 13 treatments for 4 independent variables was used. For the analysis of results the response surface methodology was applied. It was concluded that the influence of the herb mixture on the total polyphenols is significant at the 5% level, with the muña herbs and horsetail which contribute to drinking more than 230 mg/ml total polyphenols, and lower contribution were the lemongrass and passion fruit pulp with less than 170 ug/ml. Also the sensory acceptability of the infusion, was significant for color and appearance. The optimal mix of herbs was greater acceptance muña 50%, horsetail to 5%; verbena 25% and 20% passion fruit pulp; to said optimum mixture corresponds to a total polyphenol content of 244 mg/ml gallic acid, with a color acceptability 5,55; smell 5,77; 5,87 flavor; 6,14 appearance; the values predicted by the equations found. The final analysis of molds and enterobacteria reported  $1,0 \times 10^1$ ; value below the limit set by DIGESA.

Keywords: sensory acceptability, total polyphenols, optimization.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha ido incrementando una diversidad de enfermedades degenerativas, sea por la mala alimentación o también por la contaminación. Según la Organización Mundial de la Salud (2005), las enfermedades que se van incrementando con mayor rapidez con la diabetes y la obesidad, estas enfermedades son problemas que no solo afectan a los países de altos ingresos, sino que van afectando a nivel mundial. Cabe resaltar que dentro del país tenemos ecosistemas donde se pueden cultivar diversas hierbas medicinales que permite elaborar una infusión con características hipocalóricas, que pueda ser utilizada para controlar algunas enfermedades como las mencionadas anteriormente.

Según Troncoso et al. (2005), los vegetales además de aportar nutrientes, contienen una serie de sustancias denominadas fitoquímicos o compuestos bioactivos, que intervienen en su metabolismo secundario, como ser sustancias colorantes (pigmentos) y aromáticas, los reguladores del crecimiento, entre otros; estos compuestos que tiene un impacto significativo en el curso de un rango de enfermedades. Dentro de estas sustancias se encuentran a los compuestos fenólicos.

Pinelo et al. (2006), indica que los compuestos fenólicos son comúnmente hallados en plantas comestibles y no comestibles, constituyendo una fracción muy compleja formada por un número muy grande de compuestos. En los últimos años, un gran número de investigaciones científicas han descrito las propiedades de los compuestos fenólicos, entre las que destacan la capacidad de actuar como conservantes de alimentos, tener un papel importante en la protección contra una serie de alteraciones patológicas, como la arterosclerosis, disfunción cerebral y cáncer, propiedades antioxidantes, etc.

Urrialde de Andres (2011), afirma que la principal función de la alimentación es aportar todos los nutrientes que necesita nuestro organismo para su correcto funcionamiento. Pero, además existen determinados alimentos y/o algunos de sus componentes cuya ingesta posee efectos beneficiosos para nuestra salud debido al aporte de determinados nutrientes que se requieren de ellas.

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Las infusiones son productos líquidos que se obtienen introduciendo una sustancia orgánica, por lo general de origen herbal, en agua caliente para que queden en ésta sus partes solubles. El consumo de infusiones tiene su origen hace miles de años en diversas partes del mundo. Preparados calientes con ingredientes herbales han sido utilizados como instrumentos contra el frío y dolencias de la más diversa índole.

En el Perú existen muchas hierbas capaces de dar vida a infusiones, que, debidamente tratadas, pueden ser comercializadas como bebidas heladas con valor agregado, pues muchas de las plantas tienen propiedades que pueden ser muy apreciadas por un determinado sector del mercado nacional o internacional. Se producen a nivel artesanal diversas infusiones, las cuales por lo general se usan con fines medicinales. Bebidas tales como la uña de gato, el emoliente, el naranjo, el boldo, el anís, la manzanilla, la hierba luisa, etc., son comercializadas en la actualidad a nivel nacional (Román, 2003).

Según ALICORP (2007), el mercado de las infusiones en el Perú está valorizado en 11 millones de dólares aproximadamente, creciendo a un ritmo de 3% anual en los últimos cinco años. Este bajo dinamismo del mercado, mostrado entre los años 2002 y 2006, estuvo acompañado por una mínima inversión publicitaria por el lado de las empresas participantes. Los atributos más valorados por los consumidores peruanos en una infusión son el aroma y el sabor. El té continúa siendo la variedad de mayor consumo, seguido por la manzanilla. Lima concentra el 53% de las ventas totales de infusiones, mientras que provincias representa el 47%. Es preciso destacar que este último mercado viene mostrando mayor dinamismo en los últimos meses, gracias a su crecimiento económico.

“Hay una tendencia mundial de los consumidores hacia los productos saludables y naturales, bajo en calorías y ricos en antioxidantes, el Perú no es ajeno a esta tendencia, y la categoría de té bebibles cumple con lo que demandan los consumidores y de ahí su potencial de crecimiento en penetración”. La compra media de té bebibles en los hogares llegaría a cerca de 3 litros, y el gasto medio anual a S/. 11,90. “No crece mucho debido a las promociones que se dan, y a que los formatos de productos que se venden son pequeños. El gasto por ocasión es de alrededor de S/. 2.6 y se compra 675 mililitros” (Diario Gestión, 2015).

Entre los alimentos vegetales se encuentran principalmente los glúcidos, las grasas y, aunque en menor cantidad y no por ello menos importante, las sustancias fenólicas (Martínez et al., 2012).

Las sustancias fenólicas o polifenoles se asocian a cualidades y propiedades de prevención de enfermedades que se encuentran relacionadas con la presencia de radicales libres, tales como: insuficiencias cardiovasculares, hipertensión, procesos inflamatorios, asma, diabetes y alzheimer (Manach et al., 2004).

Álvarez (2007), indica que en el desarrollo de nuevos productos generalmente se acude a los diseños de mezclas para optimizar las proporciones de las componentes. La forma como se analiza este tipo de diseño es a través de una superficie de respuesta, que es la que permite encontrar la formulación óptima de una serie de mezcla de prueba.

Es bajo este contexto que se propone determinar una mezcla de hierbas a fin elaborar de una infusión que aproveche las cualidades en contenido de polifenoles totales de probados efectos benéficos para la salud, para ofrecer un producto agradable desde el punto de vista sensorial.

## 1.2 Formulación y sistematización del problema

### Problema general

¿Cuál será la influencia de la muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) y hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) sobre los polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión saborizada con maracuyá (*Passiflora edulis*)?

### Problemas específicos

- ¿Cuál será la influencia de las hojas de muña, ramas de cola de caballo y hojas de hierba luisa sobre los polifenoles totales de una infusión saborizada con pulpa de maracuyá?
- ¿Cuál será la influencia de las hojas de muña, ramas de cola de caballo y hojas de hierba luisa sobre la aceptabilidad sensorial de una infusión saborizada con pulpa de maracuyá?
- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y microbiológicas de la infusión optimizada?

## 1.3 Delimitación de la investigación

- a) Delimitación Temporal: La realización de la investigación abarcará el periodo del año 2015-2016.

- b) Delimitación espacial: El presente trabajo hace uso de materias primas como son muña, cola de caballo, hierba luisa y maracuyá que se adquirirán en el mercado de abastos Grau, siendo estas materias primas propias de la costa y sierra de la región Tacna.
- c) Delimitación teórica: El estudio se centra en evaluar el efecto de la mezcla de hierbas y la fruta sobre el contenido en polifenoles totales de la bebida obtenida y aceptabilidad sensorial. Los parámetros de proceso y concentración de stevia serán factores constantes.

#### **1.4 Justificación**

En la región Tacna la elaboración formal tecnológica de productos a base de hierbas prácticamente no existe. Sin embargo, se ha destacado científicamente apreciadas y conocidas bondades medicinales y refrescantes de las hierbas. La propuesta de elaborar una infusión a base de muña, cola de caballo, hierba luisa y saborizada con maracuyá es proponer parámetros para su elaboración, destacando sus cualidades sensoriales, inocuidad y contenido de polifenoles totales los cuales se destacan por su capacidad antioxidante y así valorar esta bebida tan conocida en todo el país y que aún mantiene técnicas artesanales en su elaboración pero que tiene mucho arraigo en la población.

## **1.5 Limitaciones**

Los objetivos propuestos están en función a la disponibilidad de material, equipo y recursos económicos, bajo estas consideraciones no se han encontrado mayores limitaciones para su ejecución.

## **1.6 Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la influencia de la muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) y hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) sobre los polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión saborizada con maracuyá (*Passiflora edulis*).

### **Objetivos específicos**

- Evaluar la influencia de las hojas de muña, ramas de cola de caballo y hojas de hierba luisa sobre los polifenoles totales de la infusión saborizada con pulpa de maracuyá.
- Evaluar la influencia de las hojas de muña, ramas de cola de caballo y hojas de hierba luisa sobre la aceptabilidad sensorial de la infusión saborizada con pulpa de maracuyá.
- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la infusión optimizada.

## CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1 Hipótesis general y específicas

#### Hipótesis general

La muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) y hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) influirá sobre los polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión saborizada con maracuyá (*Passiflora edulis*).

#### Hipótesis específicas

- Las hojas de muña, ramas de cola de caballo y hojas de hierba luisa influirá sobre los polifenoles totales de la infusión saborizada con pulpa de maracuyá.
- Las hojas de muña, ramas de cola de caballo y hojas de hierba luisa influirá sobre la aceptabilidad sensorial de la infusión saborizada con pulpa de maracuyá.
- Es posible caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente la infusión optimizada.

## 2.2 Diagrama de variables

La Figura 1, muestra el esquema de las variables para el estudio de la infusión.

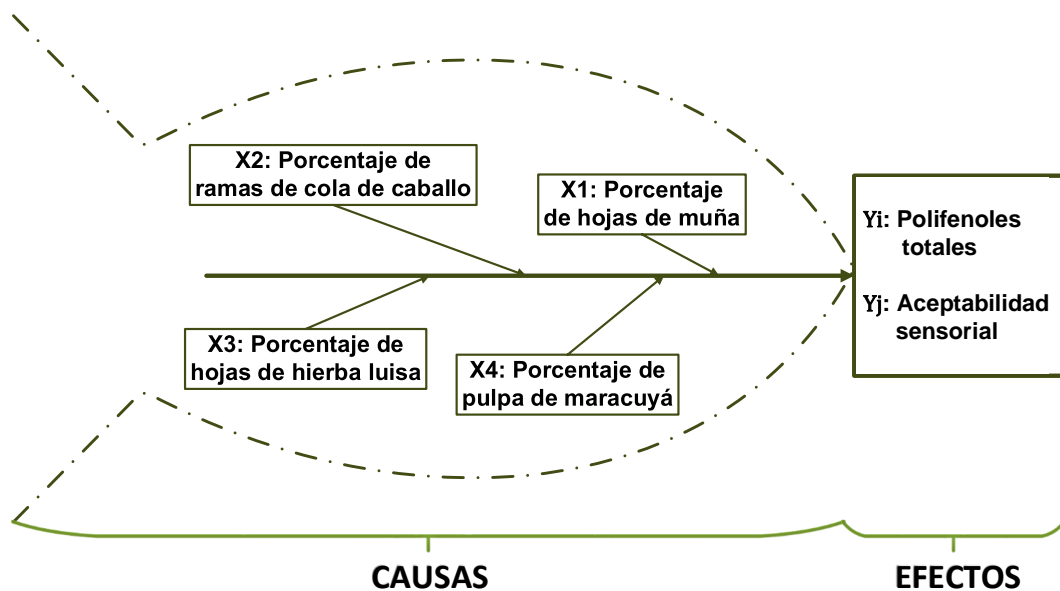


Figura 1. Diagrama de las variables en estudio  
Fuente: Elaboración propia (2016)

## 2.3 Indicadores de las variables

### a) Variables independientes:

X1: Porcentaje de hojas de muña	(%)
X2: Porcentaje de ramas de cola de caballo	(%)
X3: Porcentaje de hojas de hierba luisa	(%)
X4: Porcentaje de pulpa de maracuyá	(%)

### b) Variables dependientes:

- Yi: Polifenoles totales: ( $\mu\text{g}/\text{m}^l$ )
- Yj: Aceptabilidad sensorial del color, olor, sabor y apariencia (cm).

## 2.4 Operacionalización de variables

La tabla 1 muestra las variables en proceso que será operacionales.

Tabla 1. Operacionalización de variables del estudio de tipo experimental

Variables <sup>(1)</sup>	Dimensión	Indicadores	Und.	Tipo	Instrumento de medición
<b>Independientes</b>					
X1: Hojas de muña	Multi dimensional Física (Objetiva)	- Porcentaje de hojas de muña	%	Numérica y continua	Balanza Analítica (Mecánico)
X2: Ramas de cola caballo		- Porcentaje de ramas de cola caballo	%		
X3: Hojas de hierba luisa		- Porcentaje de hojas hierba luisa	%		
X4: Pulpa de maracuyá		- Porcentaje de pulpa de maracuyá	%		
<b>Dependientes</b>					
Yi: Polifenoles totales	Multi dimensional Física (Objetiva)	Concentración de polifenoles totales	ug/m/	Numérica y continua	Espectro fotómetro (Mecánico)
Yj: Aceptabilidad sensorial	Uni dimensional Física (Objetiva)	Aceptabilidad sensorial del color	cm <sup>(2)</sup>		Regla (Mecánico)
		Aceptabilidad sensorial del olor			
		Aceptabilidad sensorial del sabor			
		Aceptabilidad sensorial de la apariencia			

• <sup>1</sup> Las variables son objetivas si es que existe el instrumento que puede medir sus indicadores (Supo, 2012). Para el presente estudio. TODAS las variables son objetivas puesto que existen los instrumentos físicos necesarios para realizar las mediciones.

• <sup>2</sup> Escala no estructurada (Espinoza, 2003).

Fuente: Elaboración propia (2016).

## **CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **3.1 Conceptos generales y definiciones**

#### **3.1.1 Los polifenoles**

Según Ramos y Muñoz (2005), los polifenoles están relacionados con la calidad sensorial de los alimentos de origen vegetal, tanto frescos como procesados. Contribuyen a la pigmentación de los alimentos vegetales a través de las antocianidinas. Igualmente los taninos condensados o proantocianidinas se asocian con la astringencia que presentan muchas frutas comestibles antes de la maduración. Las propiedades antioxidantes de los compuestos fenólicos en los alimentos han despertado el interés desde el punto de vista productivo y medicinal porque intervienen como antioxidantes naturales significando una reducción en la utilización de aditivos obteniéndose alimentos más saludables con efectos benéficos para la salud siendo muchos de ellos utilizados en la medicina preventiva y alternativa, por tal motivo es necesario considerarlos dentro de las Tablas de composición de los alimentos.

Asimismo Stratil et al. (2007), afirma que los compuestos fenólicos o polifenoles se encuentran distribuidos ampliamente en el reino vegetal, en plantas medicinales, especias, vegetales, frutas, granos y semillas, donde su presencia contribuye a las cualidades sensoriales como color, aroma, pardeamiento, amargor y la astringencia. En la actualidad, son los fitoquímicos más conocidos. Los polifenoles son de especial importancia por sus características antioxidantes debido a que pueden participar en la protección contra la acción dañina de especies reactivas (principalmente los radicales libres de oxígeno) por su alto potencial redox.

Los compuestos fenólicos son una amplia familia que incluye a diferentes subfamilias como: los fenoles simples, ácidos fenólicos (hidroxibenzoicos y hidroxicinámicos), flavonoides (flavanoles, flavonas, flavanonas, flavonoles, isoflavonas y antocianinas), chalconas, auronas (hispidol), hidroxycumarinas, lignanos, estilbenos y poliflavanos (proantocianidinas y prodeoxiantocianidinas) (Dicko et al., 2006); de entre ellos más de 5 000 polifenoles han sido identificados (Tsao y Deng, 2004).

### **3.1.2 Los polifenoles de los alimentos y la salud**

Estudios epidemiológicos han puesto en evidencia el papel que tienen los alimentos de origen vegetal en la prevención de enfermedades

cardiovasculares, cáncer y enfermedades neurodegenerativas. Los antioxidantes naturales presentes en estos alimentos, entre los que destacan los polifenoles, pueden ser responsables de esta actividad. La biodisponibilidad de los polifenoles naturales de los alimentos es muy variable, dependiendo del tipo de metabolito, y la mayoría de ellos son metabolizados por los microorganismos del colon antes de ser absorbidos. Por otra parte, los procesos tecnológicos y los hábitos alimentarios y de elaboración de alimentos de los consumidores también afectan considerablemente a la ingesta de estos metabolitos antioxidantes y además a su biodisponibilidad y bioactividad (Tomás-Barberán, 2003).

### **3.1.3 Los polifenoles totales (Método Folin- Ciocalteu)**

Los métodos tradicionales para la determinación de polifenoles totales se han basado en la medición directa de la absorción de la radiación ultravioleta, o más frecuentemente; mediante métodos colorimétricos como el uso del reactivo Folin-Ciocalteu (Antolovich et al., 2000).

García et al. (2015), afirman que el análisis del contenido en compuestos polifenólicos de un alimento es importante debido a la gran variedad de actividades biológicas que estos compuestos presentan, considerándose uno de los fitoquímicos alimentarios más importantes por

su contribución al mantenimiento de la salud humana. La actividad biológica de los polifenoles está relacionada con su carácter antioxidante. Además de los efectos sobre la salud, muchos compuestos polifenólicos tienen un efecto sobre la calidad de los alimentos que los contienen, puesto que son responsables de algunas propiedades sensoriales. Su determinación puede realizarse por medio de diversos métodos. En este artículo se describe el ensayo Folin-Ciocalteu que se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin- Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765 nm.

#### **3.1.4 Experimentos con mezcla**

En experimentos de mezcla, los factores son componentes o ingredientes de una mezcla y en consecuencia, sus niveles no son independientes.

Por ejemplo,  $X_1, X_2, \dots, X_p$  denota las proporciones de  $p$  componentes entonces:

$$0 \leq X_i \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_p = 1 \text{ (100 \%)}$$

Estas restricciones definen la geometría de la región experimental que para un diseño de mezclas de 3 factores se representan en coordenadas trilineales denominada simplex de dimensión  $(p-1)$ . Para  $p=3$  componentes el espacio simplex es un triángulo equilátero (Montgomery, 2004).

En la Figura 2 se representa el espacio simplex para tres componentes, cuyas proporciones son denotadas por  $x_1$ ,  $x_2$  y  $x_3$ .

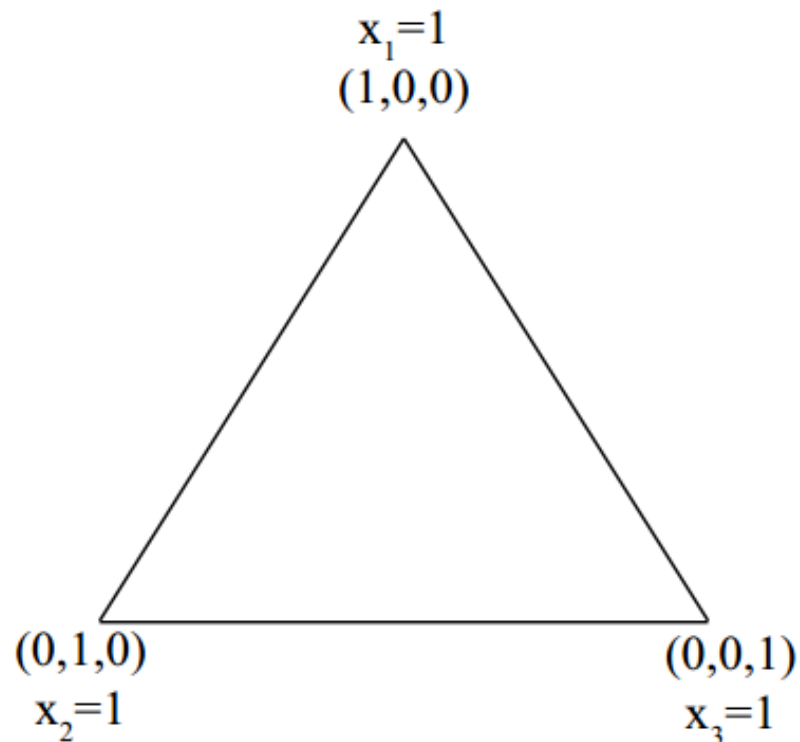


Figura 2. Región simplex para tres componentes  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$   
Fuente: López (2002)

### **3.1.5 Evaluación sensorial**

Según Espinosa (2007), existe en la práctica una gran confusión por parte de las personas que no tienen un conocimiento adecuado sobre las técnicas sensoriales, con relación a que información se necesita según el objetivo que se persigue al realizar un estudio sensorial. El tipo de pregunta que causa mayor conflicto es ¿Qué prueba es la más adecuada?. En la mayoría de los casos no existe una sola prueba que resuelva el problema y en ocasiones es necesario revisar varias veces el objetivo para tener claro cuál o cuáles métodos hay que aplicar. Con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos:

- Pruebas analíticas
- Pruebas afectivas.

Cualquiera que sea la prueba que se vaya a emplear, es necesario que los jueces entiendan la necesidad de efectuar la misma de la manera más objetiva posible, demuestren su capacidad para seguir las instrucciones y ejecuten la misma de manera correcta.

### **3.1.6 Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevarse

a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etc. Los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles (Espinosa, 2007). La Figura 3 muestra la clasificación de las pruebas afectivas.



Figura 3. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial afectiva  
Fuente: Espinosa (2007)

### 3.1.7 Escala hedónica no estructurada

La escala no estructurada es una línea simple con marcación apenas en los extremos (ver anexo 1), donde el juez debe marcar una raya vertical en el lugar que mejor corresponda a la intensidad de su sensación. Según Espinoza (2003), los datos son analizados midiendo en centímetros la distancia a lo largo de la línea.

## **3.2 Enfoques teórico- técnicos**

### **3.2.1 La muña**

La muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) es un arbusto aromático perenne que crece en pendientes rocosas, pedregosas, extendiéndose desde los 2 600 a 3 800 msnm. El origen geográfico de la muña se extiende desde Colombia, el norte de Venezuela a través de Brasil, Ecuador, Perú y Bolivia hasta el noroeste y centro de la Argentina, también se encuentra en regiones altas y áridas. El clima más apropiado para su crecimiento es aquel con abundantes lluvias y elevada luminosidad (Cano, 2007).

Esta planta (Figura 4), es empleada por sus propiedades medicinales como analgésico, antiespasmódico, antiséptico, contra el reumatismo y enfermedades respiratorias; parte de las propiedades medicinales podrían ser atribuidas a su alta capacidad antioxidante (Cano, 2007).



Figura 4. Muña (*Menthastachys mollis* (Kunth) Griseb) hojas y flor  
Fuente: <http://simplemente-plantas.blogspot.com/2011/10/plantas-medicinales-Muña.html>

Takhtajan (1980), describe su ubicación taxonómica de la siguiente manera:

- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Subclase : Asteridae
- Orden : Verbenales
- Familia : Lamiaceae
- Género : *Menthastachys* (Benth.) Spach
- Especie : (*Menthastachys mollis* (Kunth) Griseb.)

### 3.2.1.1 Composición de la muña

La composición proximal de la muña en base seca se muestra en la Tabla 2, y en la Tabla 3 se muestra el contenido de compuestos fenólicos tanto de la muña como de la inca muña.

Tabla 2. Composición de la muña en 100 g de parte comestible

Energía ( kcal )	299
Componentes mayores (g)	
Agua	12
Proteínas	3,2
Carbohidratos	66,3
Grasas	2,8
Fibra	10,4
Cenizas	12,7
Minerales (mg)	
Calcio	2237
Fósforo	269
Hierro	22,4
Vitaminas (mg)	
Retinol	306
Tiamina	0,35
Riboflavina	1,81
Niacina	6,85

Fuente: Collazos et al., (1996)

Tabla 3. Compuestos fenólicos totales, flavonoles y flavonas y capacidad antioxidante de la muña e inca muña

Hierbas	Fenólicos totales (mg ácido gálico/g hoja seca)	Flavonoles y flavonas (mg quercetina equivalente /g hoja seca)
Muña	92,7	15
Inca muña	91,8	16

Fuente: Yapuchura (2010)

### 3.2.2 Hierba luisa

La hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) es otro de los grandes regalos de la flora del Nuevo Mundo, junto con el tomate, la papa y muchos más. Es originaria de Sri Lanka, India, Madagascar, Nepal, Guatemala y en Europa viene siendo cultivada desde el siglo XVIII. Se suele confundir con la *verbena*, pero se trata de plantas diferentes pertenecientes incluso a distintas familias botánicas. Es un pequeño arbusto (Figura 5) de la familia de las *verbenáceas*, que alcanza hasta 2 metros de altura. Sus hojas son lanceoladas y rugosas, desprenden un intenso aroma a limón cuando son restregadas. Las flores son de color violeta pálido o lila, y crecen en ramilletes. La parte utilizada son las hojas. Toda la planta, y sobre todo las hojas, son ricas en un aceite esencial compuesto por más de cien sustancias entre las que destaca el citral, el limoneno y el cariofileno. Esta esencia le confiere propiedades digestivas, antiespasmódicas y carminativas (favorece la expulsión de gases del aparato digestivo) (Borja, 2010).

La hierba luisa, dentro de la botánica sistemática, según Borja (2010) se encuentra clasificada de la siguiente manera:

- Reino : Cormobionta
- División : Magnoliophyta

- Clase : Liliatae (Liliopsida)
- Subclase : Commelinidae
- Orden : Cyperales
- Familia : Poaceae
- Tribu : Andropogoneae Dumort
- Género : *Cymbopogon*
- Especie : *Citratus*



Figura 5. Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*)

Fuente: <http://www.nixipae.com/images/Galerias/plantas/hierba%20luisa.html>

El análisis químico del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, revela que el principal componente es el citral, el cual es una mezcla de dos aldehídos monoterpénicos isoméricos, geranial y neral; al isómero trans- se le conoce como geranial o citral A, y el isómero cis- es conocido como neral o citral B (Almeida et al., 2008).

### 3.2.2.1 Composición de la hierba luisa

Esta hierba presenta en general la siguiente composición proximal según se muestra en la Figura 6:

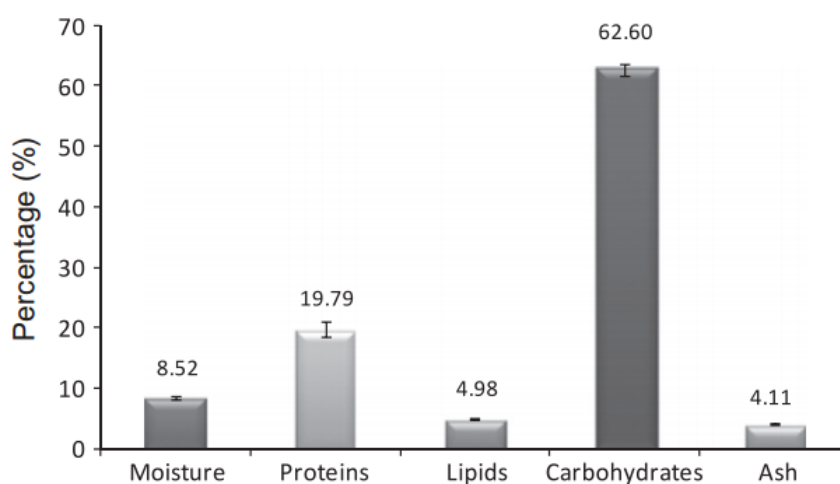


Figura 6. Composición de la hierba luisa  
Fuente: Soares et al., (2013)

La mayoría de hierbas aromáticas contienen compuestos antioxidantes (Anexo 2) que son sustancias capaces de retardar la oxidación de los compuestos lipídicos presentes en alimentos, disminuyendo de esta manera su deterioro durante el almacenamiento. La oxidación es causada por un conjunto de reacciones complejas, siendo particularmente importantes las reacciones de radicales libres (Martinello y Pramparo, 2005). Y en el caso de la hierba luisa presenta compuestos fenólicos en cantidades según el método de extracción utilizado, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis de compuestos bioactivos de los extractos acuosos, etanólicos y metanólicos de hojas de *Cymbopogon citratus*

Compuestos bioactivos	Extractos		
	Acusoso	Etanólico	Metanólico
Fenólicos (mg GAE/ml)	4,28	6,11	3,26
Flavonoides (mg CE/ml)	5,04	6,62	3,47
Taninos (mg CE/ml)	1,59	1,88	2,32
Ácido ascórbico (mg AA/ml)	3,98	2,34	3,05

Fuente: Soares et al., (2013)

### 3.2.3 La cola de caballo

La cola de caballo es una de las hierbas más consumidas en el mundo, con distintas indicaciones, debido a su variedad de acciones terapéuticas, centradas en la regeneración de los tejidos. Al actuar positivamente sobre la flexibilidad de los tendones y las paredes vasculares, la hierba también es un buen reconstituyente para los deportistas que someten sus ligamentos a duras pruebas, como los tenistas, ciclistas, corredores (Rodas, 2012).

a) Clasificación: Según Rodas (2012), se encuentra clasificada de la siguiente manera:

- Familia: Esquisitaceae
- Género: Esquisetum

- Especie: Arvense.
- Nombre científico: *Esquisetum arvense/ bogotense*.

b) Descripción botánica: Herbácea que mide hasta 2 m de altura, con tallos cilíndricos, huecos y suaves (Figura 7), con anillos espaciados en el tronco de donde salen las hojas. Sus frutos tienen forma de conos. Se encuentra en climas semicálido, semiseco, seco y templado. Crece desde zonas inundables hasta en orillas de arroyos, y está asociada a la selva tropical subcaducifolia, perennifolia; bosques mesófilo de montaña, de encino y pino (Rodas, 2012).



Figura 7. Tallos de cola de caballo

Fuente: [http://plantas.facilísimo.com/blogs/plantas/plantas-para-mejorar-las-varices\\_903569.html](http://plantas.facilísimo.com/blogs/plantas/plantas-para-mejorar-las-varices_903569.html)

### 3.2.3.1 Composición de la cola de caballo

Sales minerales (12-25%): ácido silícico (casi 2/3 partes), potasio, calcio, fosforo, magnesio (en escasa cantidad) y compuestos hidrosolubles derivados del sílice. Solamente las cenizas (15-18%) contienen casi un 70 de sílice. En estado fresco la cantidad de ácido silícico oscila entre 3,21 y 16,25% (dependiendo de las variedades) mientras que la parte soluble alcanza sólo 0,06 y 0,33% (Alonso, 2004).

Ricco et al. (2011), determino el perfil de los fenoles totales, como se observa en la Tabla 5, y la actividad antioxidante de extractos obtenidos de las ramas laterales (tallos finos), tallos entrenudos y tallos basales.

Tabla 5. Cuantificación de fenoles totales, taninos totales

Muestra	Fenoles totales (mg ácido tánico/g material seco)	Taninos totales (mg ácido tánico/g material seco)
Ramas laterales	17,62 ± 2,10	8,22 ± 1,10
Tallos entrenudos	7,89 ± 1,90	3,70 ± 0,80
Tallos basales	5,40 ± 0,75	2,88 ± 0,25

Fuente: Ricco et al. (2011)

Se detectaron diferencias cuali-cuantitativas, con mayor contenido de fenoles, taninos, taninos condensados, flavonoides y ácidos hidroxicinámicos en las ramas laterales. En estos extractos se detectó la mayor actividad antioxidante. Debido a la alta concentración y composición química, los tallos laterales podrían ser empleados como fuente de compuestos con actividad antioxidante (Ricco et al., 2011).

### **3.2.3.2 Usos de la cola de caballo**

Rodas (2012), afirma que se usa en problemas de riñones. Lo más común es utilizarla con otras plantas, como el diente de león y la caléndula, o con grama (mica), caracucho, malva o carey. La cola de caballo es una planta mineralizante, antaño utilizada para el restablecimiento de los afectados de tuberculosis. Algunos de los ácidos que contiene resultan útiles para contener las hemorragias (ácido péptico y gálico). También actúa como diurético gracias a su contenido en sílice y potasio. Asimismo contribuye a la eliminación de orina, cura heridas y úlceras externas. Detiene hemorragias y protege la acción dañina de los rayos solares sobre la piel. Además aporta muchos minerales al organismo. Las propiedades medicinales, se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Formas de uso de la cola de caballo (*Esquisetum arvense/ bogotense*)

USOS	FORMAS DE USO
Recupera la voz	Si se hacen gárgaras de la planta cocinada en pequeña proporción.
Quita la albúmina de la orina	Tomando dos tazas diarias del cocimiento de la planta (20 gramos por litro de agua).
Acaba la anemia	El cocimiento de la planta (20 gramos por litro de agua) tomado en tacita antes de las comidas.
Cura la inflamación de la vejiga	Según indique el médico se toma de tres a cinco tazas diarias del cocimiento de la planta (30 gramos por litro de agua).
Detiene la diarrea	Tomando según criterio del médico de tres a cinco tazas en el día del cocimiento de la planta (40 gramos por litro de agua).
Quita el dolor de muela	Si se realizan enjuagues bucales con el cocimiento (100 gramos por litro de agua) de toda la planta.
Detiene el sangrado por la nariz	Si se coloca en la nariz con la ayuda de un algodón, el cocimiento de las hojas (10 ramos por litro de agua).
Alivia la hemorroides	Los baños de asiento del cocimiento de las hojas (10 gramos por litro de agua.)
Desinfecta y cicatriza heridas	Al lavar la herida con el cocimiento de la planta (50 gramos por litro de agua).
Devuelve el buen funcionamiento al hígado	Las tomas de dos a cinco tazas diarias, según indique el médico del cocimiento de la planta (30 gramos por litro de agua).
Disminuye el flujo menstrual excesivo	A partir del quinto día del inicio de la regla, se toman de dos a cinco tazas del cocimiento de las hojas (30 gramos por litro de agua).
Fortalece el cutis y protege del sol	La aplicación de la loción hecha con las hojas machacadas en aceite vegetal.
Cuando se detiene la orina y hay dolor de cintura	Se toman tres tazas del cocimiento de la planta (30 gramos por litro de agua).

Fuente: Rodas (2012)

### 3.2.4 La maracuyá amarilla

La maracuyá amarilla (*P. edulis* variedad *flavicarpa*) (Figura 8), es una variedad de pasionarias que produce frutas comestibles con alta calidad, es trepadora con crecimiento muy rápido, requiere un suelo fértil y riego frecuente. *Passiflora edulis* variedad *flavicarpa* Degener presenta frutos vistosos de color amarillo con diversas formas.

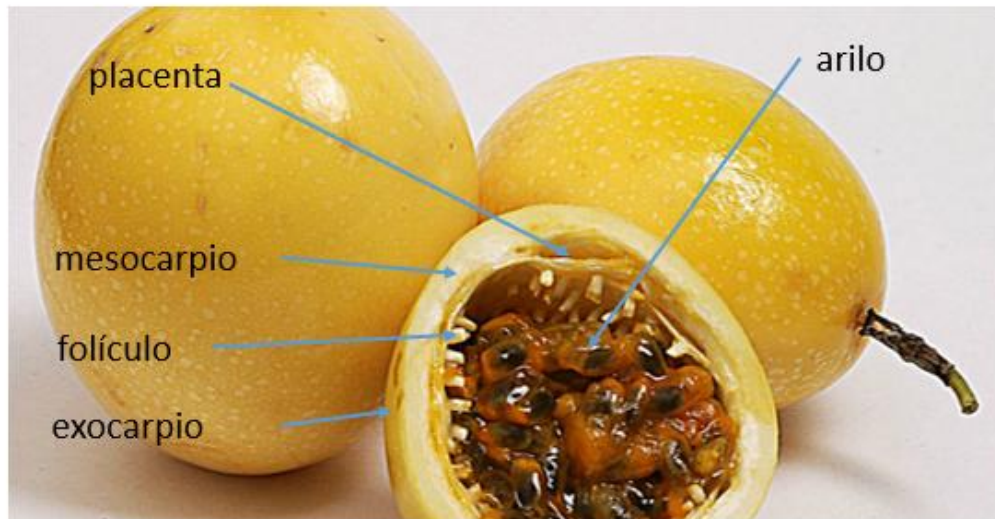


Figura 8. Maracuyá amarilla (*Passiflora edulis*) variedad *flavicarpa* Degener  
Fuente: Rivadeneira (2009)

Según Reina (2006), la descripción botánica es:

- División : Espermatofita
- Sub-división : Angiosperma
- Clase : Dicotiledónea
- Sub-clase : Arquiclamidea
- Orden : Parietales
- Sub-orden : Flacoutinae
- Familia : Passifloraceae
- Género : Passiflora
- Especie : *Passiflora edulissims*
- Variedad : Purpúrea y Flavicarpa

### 3.2.4.1 Composición

La maracuyá está compuesta de 50 a 60 % de cáscara, de 30 a 40% de jugo y de 10 a 15% de semilla. Esta fruta es rica en ácido ascórbico y posee un alto contenido de carotenoides, esenciales para el metabolismo, crecimiento y para el buen funcionamiento del organismo. Además contiene proteínas, carbohidratos, minerales y grasas, como lo muestra la Tabla 7 (Durán y Honores, 2012).

Tabla 7. Valor nutricional de la maracuyá

Composición	Valor
Calorías kcal	54
Agua	86,2
Carbohidratos (g)	9,54
Fibra insoluble (g)	0,78
Fibra soluble (g)	0,72
Grasa (g)	0,4
Proteínas (g)	2,38
Fibra (g)	1,45

Fuente: <http://alimentos.org.es/nutrientes-maracuya>

López (2013), determinó que el extracto rico en fibra obtenido del albedo procedente de los co-productos de la industrialización del maracuyá podría considerarse un potencial ingrediente para la elaboración de productos cárnicos debido a los compuestos bioactivos que contienen, fundamentalmente, polifenoles y flavonoides que reducen los niveles de oxidación lipídica y los recuentos microbianos.

### **3.3 Marco referencial**

En el trabajo de Román (2003), se diseñó tres bebidas heladas alternativas: té, hierba luisa y café de algarroba, y se verificó su aceptación por parte de la población de Piura y Castilla, y planteó un proceso productivo para cada uno de los productos. Comprobó que un factor fundamental en la presentación de los productos es la estandarización del color de las muestras, especialmente en el caso del té, en donde las variaciones de color entre dos muestras preparadas suele resultar distinta. Es por esto, que resulta indispensable para una planta industrial contar con instrumentos que permitan controlar el color de las bebidas de tal manera que sea igual en todos los casos. Asimismo, se ha observado que es preferible que las bebidas, en el momento de ser consumidas, se encuentren frías (4 - 8 °C), pues el sabor varía mucho con la temperatura a la que se encuentre la bebida. Los resultados de las pruebas de degustación para cada uno de los productos fueron bastante satisfactorios. Sin embargo, se pudo apreciar que, en el caso del té y la hierba luisa, las respuestas no variaron mucho entre panelista y panelista, caso que no se da con el café de algarroba, en donde las variaciones son apreciables. Esto indica una posible resistencia a un producto que no es muy conocido por los consumidores, la cual se puede vencer a mediano plazo mediante una

adecuada selección de consumidores iniciales que inciten al resto de consumidores a consumir la bebida.

En el estudio: Elaboración y evaluación de una infusión hipocalórica, a base de stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), eucalipto (*Eucalyptus globulus labill*) y manzanilla (*Matricaria chamomilla*) de Álvarez y Sumiré (2011), utilizaron el diseño de mezclas, en el programa Statistica versión 7.0. Obtuvieron 10 tratamientos que fueron evaluados por un panel de jueces entrenados en el producto. Una vez evaluado cada tratamiento por los jueces, según los resultados estadísticos de cada atributo evaluado (olor, color y apariencia general), la región que presentó mayor aceptación fue en el punto  $X_1 = 0,64$ ,  $X_2 = 0,20$  y  $X_3 = 0,16$ ; es decir, la muestra óptima está dada por esos valores, que se encontraron a partir de los resultados de la función en el modelo cúbico. A la mezcla óptima se le determinó el análisis proximal, análisis de azúcares reductores, cantidad de aceite esencial, cuyos resultados se encuentran dentro de los rangos de calidad de infusión.

Debenedetti (2007), eligió para su estudio la especie vegetal autóctona de mucho uso en medicina, como es la "cola de caballo" (*Equisetum*), muy usada tradicionalmente como diurético, y se desarrollaron métodos de control físico-químicos para determinar la calidad

de la droga vegetal, así como también fijar parámetros de calidad botánica y fotoquímica de dicha droga. De esta manera colaborar con la preparación de una monografía para la Farmacopea Argentina VII edición, que cumpla con los requisitos actuales para el control de calidad de las plantas medicinales. Para la caracterización química se desarrollaron métodos cromatográficos: cromatografía en capa delgada (TLC) y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) del extracto metanólico de *Equisetum*; dicho extracto fue preparado de acuerdo a la metodología de Farmacopea Europea. El análisis por TLC fue realizado en FE: Silica gel y FM: Acetato de etilo: ácido fórmico: ácido acético: agua (100:11:11:26) y comparado con el descripto para *E. arvense* (especie europea). Se desarrollaron métodos cualitativos por HPLC para la obtención de un perfil característico de flavonoides utilizando como estándares: ácido caféico, ácido clorogénico, hiperosido, isoquercitrina y rutina. También se realizaron métodos para la detección de alcaloides en la planta, se desarrolló cromatografía en capa delgada y reacciones de caracterización de alcaloides con diferentes reactivos, dando como resultado ausencia de los mismos.

Rojas et al. (2010), en el estudio Desarrollo y optimización de una infusión aromática tipo tisana aplicando diseño de Plackett-Burman y optimización de máxima pendiente, afirman que el uso de las tisanas es

bastante difundido a nivel de Latinoamérica, generando grandes ganancias a las empresas dedicadas a este negocio. El presente trabajo ha buscado estudiar las condiciones de elaboración y optimizar las materias primas utilizadas. Para esta investigación se ha empleado un total de 22 hierbas aromáticas que conforman la tisana, para estudiarlas en una primera etapa se ha utilizado un diseño de Plackett-Burman. Las muestras generadas fueron evaluadas por un panel de catación conformado por 30 personas; las respuestas de la valoración sensorial han sido estudiadas mediante funciones de utilidad para favorecer respuestas agradables y penalizar las indeseables. Se ha identificado que únicamente resultan importantes 2 variables, mientras que otras se las puede mantener constantes. Estas dos variables se han optimizado en tres etapas sucesivas aplicando la metodología de máxima pendiente, observándose que no existen variaciones por parte del panel de cata, indicando que se encuentran alrededor del máximo, el cual brinda las condiciones de optimalidad para el producto.

## **CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Tipo de investigación**

- a) Tipo de investigación: el presente estudio es del tipo aplicativo, prospectivo, transversal, analítico.
- Aplicativo: Porque plantea resolver problemas, enmarcado a la innovación técnica y científica.
  - Prospectivo: Porque los datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (primarios).
  - Transversal: Porque todas las variables son medidas en una sola ocasión.
  - Analítico: El análisis estadístico por lo menos es bivariado; porque plantea y pone a prueba hipótesis, su nivel más básico establece la asociación entre factores.
- b) Diseño de la investigación: Según Hernandez (2010), es del tipo “experimental verdadero” o “experimental puro”, donde se establecerá la significancia de la relación causa-efecto entre las variables tecnológicas en estudio (Anexo 4).

## **4.2 Población y muestra**

Según Gutiérrez y De la Vara (2008), las poblaciones en el análisis de diseños experimentales se pueden considerar también como tratamientos, independientes y con medias desconocidas y varianzas también desconocidas pero que se suponen iguales. Las poblaciones pueden ser  $k$  métodos de producción,  $k$  tratamientos,  $k$  grupos, etc., y sus medias se refieren o son medidas en términos de la variable de respuesta. Asimismo, ambos autores afirman que el número de tratamientos  $k$  es determinado por el investigador y depende del problema particular de que se trata. El número de observaciones por tratamiento ( $n$ ) debe escogerse con base en la variabilidad que se espera observar en los datos, a la diferencia mínima que el experimentador considera que es importante detectar y al nivel de confianza que se desea tener en las conclusiones.

Y por tanto la unidad de estudio o experimental serán las infusiones resultantes de la interacción de los niveles de las variables en estudio, y que serán el resultado de someter los ingredientes a infusión, que luego en volumen de 1 L por cada unidad de estudio o tratamiento, estarán en conservación hasta cuando se realicen la determinación de polifenoles y las pruebas sensoriales.

El presente estudio pretende evaluar cuatro variables independientes, con los cuales se establece el rango de estudio a través de sus niveles inferior y superior tal como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Rango de estudio de las variables independientes

Variables	Rangos de estudio		
	Inferior	Superior	Unidad
X1: Porcentaje de hojas de muña	25	50	%
X2: Porcentaje de ramas de cola caballo	5	25	%
X3: Porcentaje de hojas de hierba luisa	25	50	%
X4: Porcentaje de pulpa maracuyá	5	35	%

Fuente: Elaboración propia (2015)

Por tanto el delineamiento experimental adecuado para la presente investigación resultó ser el diseño de mezclas de vértices extremos que con un mínimo de 13 tratamientos hizo factible su ejecución, dichos tratamientos tiene la característica de que la suma porcentual de los componentes es 100% y para la distribución de los niveles de estudio se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion XVI. No se aplicó el diseño factorial tradicional que es el factorial  $3^4$  porque exige 81 tratamientos, número de experimentos que evidentemente no era razonable su ejecución.

En la Tabla 9 se muestra la distribución de los niveles de las variables que diseñan los tratamientos a ejecutar.

Tabla 9. Tratamientos según el diseño de mezclas de vértices extremos para el rango de las variables independientes en estudio

Tratamientos	X1: Muña (%)	X2: Cola de caballo (%)	X3: Hierba luisa (%)	X4: Maracuyá (%)
1	50,0	5,0	40,0	5,0
2	50,0	20,0	25,0	5,0
3	50,0	5,0	25,0	20,0
4	40,0	5,0	50,0	5,0
5	25,0	20,0	50,0	5,0
6	25,0	5,0	50,0	20,0
7	45,0	25,0	25,0	5,0
8	25,0	25,0	45,0	5,0
9	25,0	25,0	25,0	25,0
10	35,0	5,0	25,0	35,0
11	25,0	5,0	35,0	35,0
12	25,0	15,0	25,0	35,0
13	50,0	5,0	40,0	5,0

Fuente: Statgraphics Centurion XVI (2015)

### 4.3 Materiales y métodos

#### 4.3.1 Método experimental

En la Figura 9 se muestra las principales operaciones así como se destacan las variables del proceso a investigar.

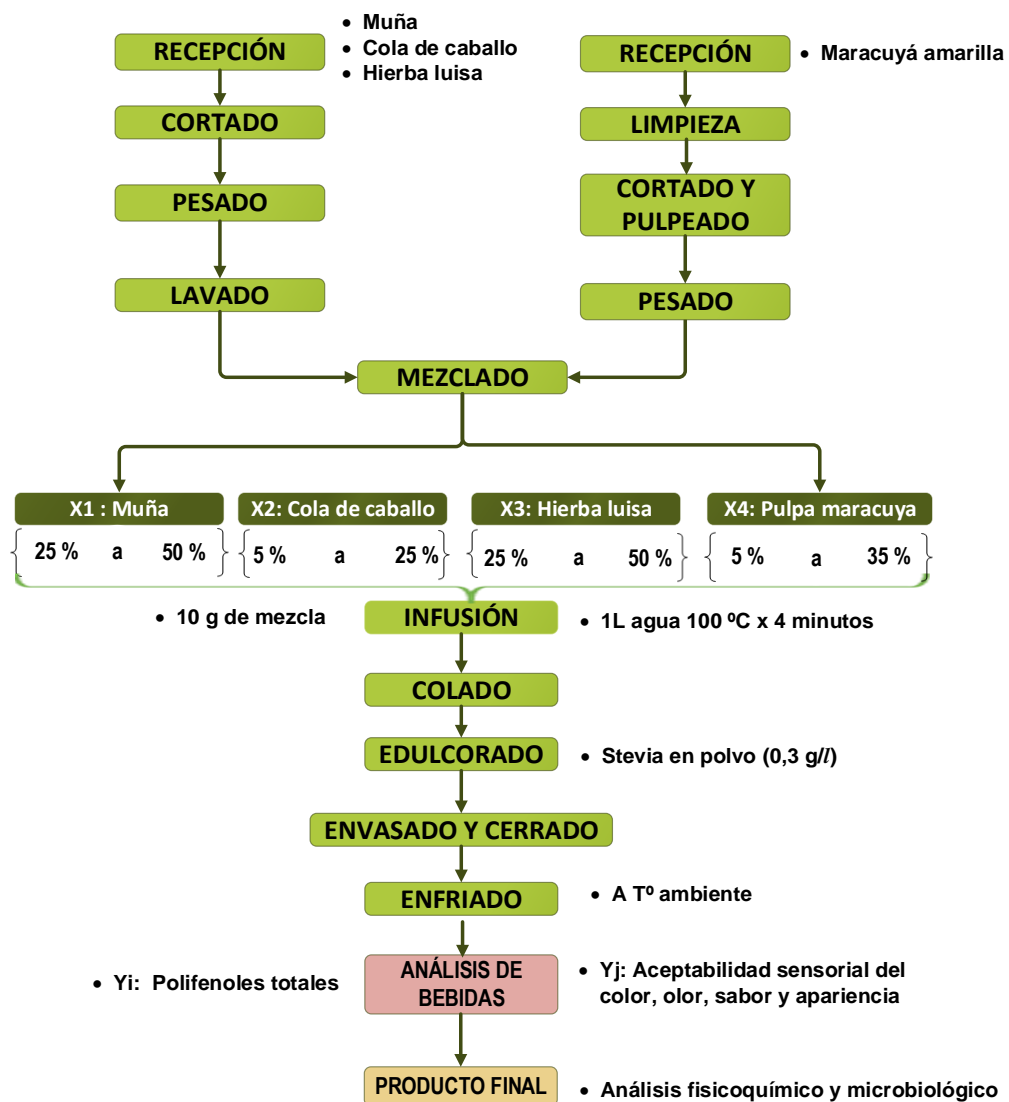


Figura 9. Flujo de diseño de tipo experimental para la evaluación de la infusión

Fuente: Elaboración propia (2015)

Los pasos seguidos en el diseño experimental fueron:

a) Acondicionamiento de hierbas

i. Recepción

Las hierbas frescas tanto de muña, cola de caballo y hierba luisa fueron recepcionadas en atos, para después para proceder retirar partículas extrañas y raíces de las hierbas.

ii. Cortado

A fin de favorecer la mezcla de todas las hierbas se procedió de manera manual a reducir de tamaño en trozos.

iii. Pesado:

Se pesaron las hierbas según las cantidades establecidas en el diseño, depositándolos en envases para su posterior procesamiento.

iv. Lavado:

Durante esta etapa se hizo el lavado de hierbas, de manera manual y con agua potable ya que por el transporte y manipuleo generalmente están con restos de polvo e impurezas.

b) Obtención de la pulpa de maracuyá

i. Recepción:

Los frutos de maracuyá de la variedad amarilla también fueron adquiridos en el mercado de abastos de Tacna (mercado Grau).

ii. Limpieza:

Operación manual realizada con chorros de agua a fin de eliminar todo tipo de suciedad y partículas extrañas.

iii. Cortado y pulpeado:

Operación manual que consistió en partir por la mitad al fruto y con la ayuda de una cuchara se retira la pulpa, depositándola en una bandeja y separando las semillas con la ayuda de un colador.

v. Pesado:

Se pesó la pulpa según las cantidades establecidas en el diseño.

c) Acondicionamiento de los tratamientos: Mezclado

Se procedió a mezclar todos los ingredientes en porcentajes establecido previamente por el diseño de mezclas escogido (Figura 10).



Figura 10. Hierbas muña, hierba luisa y cola de caballo antes del mezclado  
Fuente: Elaboración propia (2016)

i. Infusión:

A la mezcla previamente ya preparada se le añade agua a 100°C y se mantiene dicha temperatura por 4min. Tratando de emular las condiciones típicas de preparación de un infusión casera.

ii. Colado:

En esta operación se trata de separar los sólidos de la parte líquida, se realiza con la ayuda de un colador que retiraran las hierbas y restos de pulpa.

iii. Edulcorado:

Se añadirá stevia en polvo a fin de endulzar la infusión.

iv. Envasado y cerrado:

La infusión ya preparada se procede a su envasado en botellas de vidrio y con cierre hermético tipo rosca previamente acondicionados, para asegurar la conservación del producto y no poder traer cambios en sus propiedades.

v. Enfriado:

El producto envasado se enfrió a temperatura ambiental, el enfriado se realizo con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir realizar la limpieza exterior de las botellas de algunos residuos de las infusiones que se hubieran impregnado. Las botellas pasan a su almacenamiento y posteriores análisis.

vi. Análisis de bebidas:

Las infusiones ya preparadas se codifican según las condiciones de su preparación, para los análisis tanto de polifenoles totales como de aceptabilidad sensorial. Con los datos obtenidos se procedió al análisis estadístico a fin de determinar el producto final, el cual será caracterizado fisicoquímica y microbiológicamente.

### **4.3.2 Materiales y equipos**

#### **a) Materias primas e insumos**

- Hierbas: Adquiridas en el centro de abastos mayorista “Mercado Grau” de la localidad de Tacna, provenientes de la sierra alta de Tacna.
- Maracuyá: El maracuyá utilizada provino del Distrito de Calana, en óptimas condiciones sin presencia de podredumbre, magulladuras, sin daños físicos y frescos.
- Stevia: Endulzante natural de las hojas de stevia en polvo adquirida de la marca “Dulce vida”.

#### **b) Materiales de vidrio, metal, porcelana y plástico**

- Bagueta de vidrio
- Balones de kjeldahl de 100 ml
- Balones de soxhlet de 250 ml
- Bombilla de plástico
- Botellas de vidrio 1ℓ
- Buretas de 10, 25 y 50 ml
- Cápsula de porcelana
- Coladores
- Crisol de porcelana

- Cucharas, cuchillos
- Desecador de vidrio
- Embudo de plástico
- Embudos de vidrio
- Espátulas
- Fiola de 250; 500; 1000 ml
- Jarras de plástico de 500 y 1000 ml
- Lunas de reloj
- Matraces Erlenmeyer de 100; 250 y 500 ml
- Matraz de kitasato de 250 y 500ml
- Mesa de trabajo
- Mortero de porcelana
- Ollas de acero inoxidable
- Papel filtro Whatman
- Pera de decantación de 500 ml
- Piceta de 250 ml
- Pinzas
- Pipetas volumétricas de 0,1; 0,5; 1; 5; 10 y 25 ml
- Placas petri
- Probetas volumétricas de 50; 100 y 250 ml

- Rejillas metálicas
- Soporte universal
- Tablas de picar
- Tapones de jebe
- Termómetro (0 a 100°C)
- Tubos de ensayo
- Tubos de espectrofotometría
- Varillas de vidrio con protección de goma
- Vasos de precipitado de 50, 100, 250, 400 ml

**c) Equipos**

- Balanza analítica METLER AJ 150  $\pm$  0,1 mg de sensibilidad
- Balanza digital SARTORIUS. Capacidad 250 g + 0,1 mg
- Baño maría marca J.P SELECTA
- Cocina industrial SURGE
- Cocinilla eléctrica THERMOLYNE TYPE 2200 - USA
- Equipo Kjeldahl
- Equipo Soxhlet
- Espectrofotómetro HEWLETT PACKARD, UV/vis-8453
- Estufa marca MEMMERT, rango de temperatura +30 a +220°C

- Mufla marca THERMOLYNE
- pH metro marca ALLIED FISHER

#### **d) Reactivos**

- Ácido bórico al 4%
- Ácido clorhídrico (1:3)
- Acido gálico (sólido)
- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) al 1,25% densidad 1,820 - 1,830
- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado
- Agua destilada
- Agua potable
- Alcohol amílico  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$
- Alcohol etílico ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) 96°
- Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 7,5%
- Catalizador sulfato de cobre - sulfato de potasio
- Hidróxido de sodio  $\text{NaOH}$  al 50%; 0,1 N; 0,05 N
- Indicador anaranjado de metilo
- Indicador rojo de Metilo al 0,2%
- Indicador verde bromocresol
- Reactivo de Folin - Ciocalteu
- Solución de fenolftaleína al 1%

- Solución fenol sulfúrico al 5%
- Solución saturada de yoduro de potasio
- Solvente hexano (concentración pura)

### **4.3.3 Métodos de análisis**

#### **a. Análisis a realizar a la materia prima**

- Carbohidratos (por diferencia restando de 100 el contenido de humedad, proteína, grasas y cenizas) A.O.A.C, 1981.
- Cenizas (método por calcinación), A.O.A.C, 1981.
- Fibra bruta (método por hidrólisis ácida y alcalina), A.O.A.C, 1981.
- Grasa (método Soxhlet), A.O.A.C, 1981.
- Humedad (método por pérdida de peso); A.O.A.C, 1981.
- Proteína (método Kjeldahl), A.O.A. C, 1981.

#### **b. Análisis fisicoquímicos de tratamientos**

- Determinación de polifenoles totales: Cuantificación en base al uso del reactivo de Folin-Ciocalteu y la calibración de las muestras patrones en el espectrofotómetro con ácido gálico.

#### **c. Análisis fisicoquímicos en el producto final**

- Acidez titulable A.O.A.C, 1981.
- pH, método potenciométrico

**d. Análisis microbiológicos en el producto final.**

- Recuento de entero bacterias (37°C) (según la ICMSF, 2000).
- Recuento de mohos y levaduras, (según la ICMSF, 2000).

**e. Análisis sensorial de tratamientos**

- Prueba de aceptación sensorial: color, olor, sabor y apariencia con la prueba hedónica según escala no estructurada (ver ficha Anexo 1).

**4.3.4 Análisis de datos**

Los datos de los 13 tratamientos para las variables respuesta obtenidos según el diseño experimental; fueron analizados a través de la Metodología de Superficie de Respuesta donde se desarrollaron modelos matemáticos cuya validez de predicción y efecto significativo fue determinada por análisis de varianza (ANVA) al 5 % de significancia, con la ayuda del p-valor; se utilizó el programa Statgraphics centurión XVI, se utilizó el programa Statistica 7.

Para los cálculos de optimización se aplicó lo sugerido de los autores Gutiérrez y De la Vara (2008), quienes recomiendan el uso de varios software, entre ellos Statgraphics y Design Expert. Este último cuenta con un graficador más avanzado.

## CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

### 5.1 Resultados

#### 5.1.1 Análisis de la materia prima

La Tabla 10, muestra el análisis proximal de las materias primas utilizadas en la elaboración de los tratamientos. Dichos resultados revelan en general la elevada cantidad de agua y carbohidratos, asimismo una mínima proporción de grasa y variada composición en cenizas. Y con respecto a la fibra está presente en un rango de 3,08 a 5,83 g/100g, pero es ausente en el pulpa de maracuyá.

Tabla 10. Composición proximal de las materias primas (g/100 g)

Componente	Muña	Cola de caballo	Hierba luisa	Pulpa de maracuyá
Humedad	67,6	79,2	71,2	89,9
Proteínas	5,31	0,25	1,75	0,36
Grasa	0,39	0,16	0,47	0
Cenizas	2,5	6,7	4,04	0,73
Carbohidratos	24,2	13,69	22,54	9,01
Fibra cruda	3,31	3,08	5,83	0

Fuente: Elaboración propia (2016)

El análisis de cenizas es muy importante, pues determina los minerales existentes en la materia prima (hierbas). La Figura 11, muestra algunos tratamientos que fueron previamente preparados para los análisis fisicoquímicos y sensoriales. Dichas muestras fueron conservadas en frascos de vidrio durante dos días posteriores a su elaboración.



Figura 11. Muestras de infusiones previas al análisis  
Fuente: Elaboración propia (2016)

### 5.1.2 Polifenoles totales

Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu, el cual es recomendado como el reactivo más conveniente para la cuantificación espectrofotométrica de compuestos fenólicos totales (Escarpa y González, 2001). Se determinó el contenido total de polifenoles de la bebida. Los resultados se presentan en la Tabla 11, donde se reportan contenidos fenólicos totales desde 169 µg/ml hasta 249 µg/ml.

Tabla 11. Resultados del análisis de polifenoles totales según diseño de mezclas para la infusión de muña, cola de caballo, hierba luisa y pulpa de maracuyá

Tratamientos	X1	X2	X3	X4	Y1
1	50,0	5,0	40,0	5,0	216,4
2	50,0	20,0	25,0	5,0	219,01
3	50,0	5,0	25,0	20,0	249,72
4	40,0	5,0	50,0	5,0	191,95
5	25,0	20,0	50,0	5,0	183,47
6	25,0	5,0	50,0	20,0	170,26
7	45,0	25,0	25,0	5,0	239,86
8	25,0	25,0	45,0	5,0	176,82
9	25,0	25,0	25,0	25,0	183,86
10	35,0	5,0	25,0	35,0	207,43
11	25,0	5,0	35,0	35,0	181,65
12	25,0	15,0	25,0	35,0	169,96
13	50,0	5,0	40,0	5,0	188,94

X1: Muña (%); X2: Cola de caballo (%); X3: Hierba luisa (%); X4: Maracuyá (%); Y1: Polifenoles totales (ug/ ml)

Fuente: Elaboración propia (2016)

De acuerdo con los datos experimentales (Tabla 9), se estableció el modelo de regresión (anexo 6.a) para polifenoles totales. El análisis estadístico indicó que es el modelo ajustado, quien presenta un coeficiente de determinación ( $R^2 = 88,45\%$ ), con falta de ajuste no significativa ( $p$  valor = 0,8244) y una regresión con una significación importante con  $p$  valor = 0,03978 inferior al 5% del nivel de significancia que será útil para predecir valores de polifenoles en la región estudiada.

La ecuación ajustada de predicción para el contenido de polifenoles totales en la infusión es:

$$Y1 \text{ Polifenoles totales (ug/ml)} = 2,20102 \cdot \text{Muña} + 1,51753 \cdot \text{Cola de caballo} + 2,05734 \cdot \text{Hierba luisa} - 1,52682 \cdot \text{Maracuyá} - 0,01228 \cdot \text{Muña} \cdot \text{hierba luisa} + 0,04515 \cdot \text{Muña} \cdot \text{cola de caballo} + 0,11236 \cdot \text{Muña} \cdot \text{maracuyá} - 0,02269 \cdot \text{Hierba luisa} \cdot \text{cola de caballo}$$

La Figura 12 de curva de nivel, muestran la representación del modelo cuadrático en términos de los coeficientes para los parámetros de concentración de muña, hierba luisa y cola de caballo en la cual se muestra la variación del contenido de polifenoles totales en la infusión, y la región donde se hace máxima esta variable respuesta es cuando las concentración de muña y cola de caballo están cerca de su valor central, pero con la menor concentración de hierba luisa. El menor valor de

polifenoles se obtiene cuando la concentración de hierba luisa es máxima y menor concentración tanto de muña como de cola de caballo.

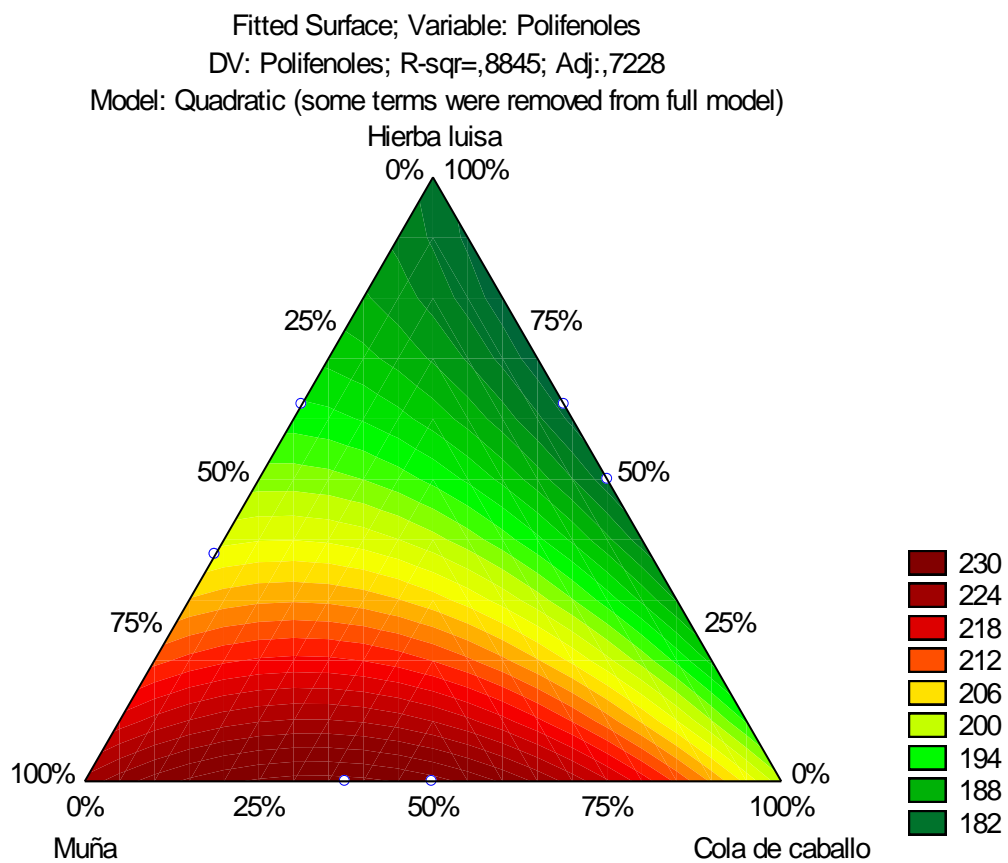


Figura 12. Curvas de nivel del modelo referido a los polifenoles totales de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa

Fuente: Elaboración propia (2016)

En la Figura 13 de superficie de respuesta se observa que a una concentración de muña de aproximadamente más del 75 % con una concentración de cola de caballo menor al 50% y menor concentración de

hierba luisa, reportan valores estimados de contenido de polifenoles totales de más de 230  $\mu\text{g/ml}$ .

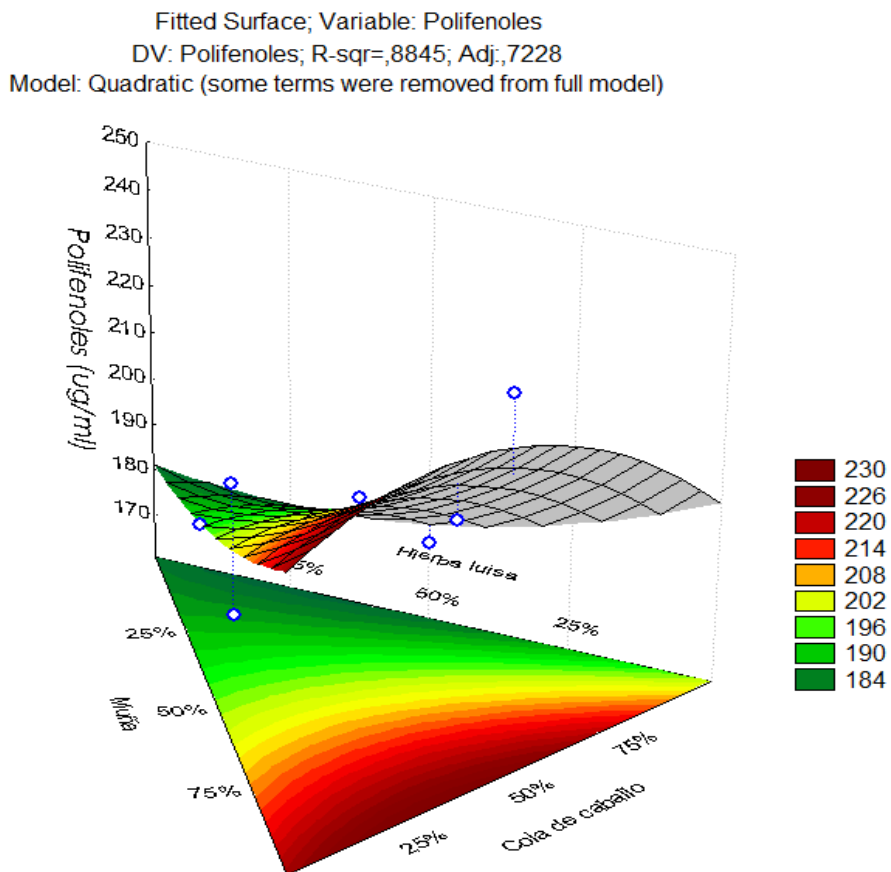


Figura 13. Superficie de respuesta del modelo referido a los polifenoles totales de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa

Fuente: Elaboración propia (2016)

En la Figura 14 de curva de nivel, se muestra la representación del modelo cuadrático en términos de los coeficientes para las variables concentración de muña, cola de caballo y pulpa de maracuyá, en la cual se muestra la variación del contenido de polifenoles totales en la infusión.

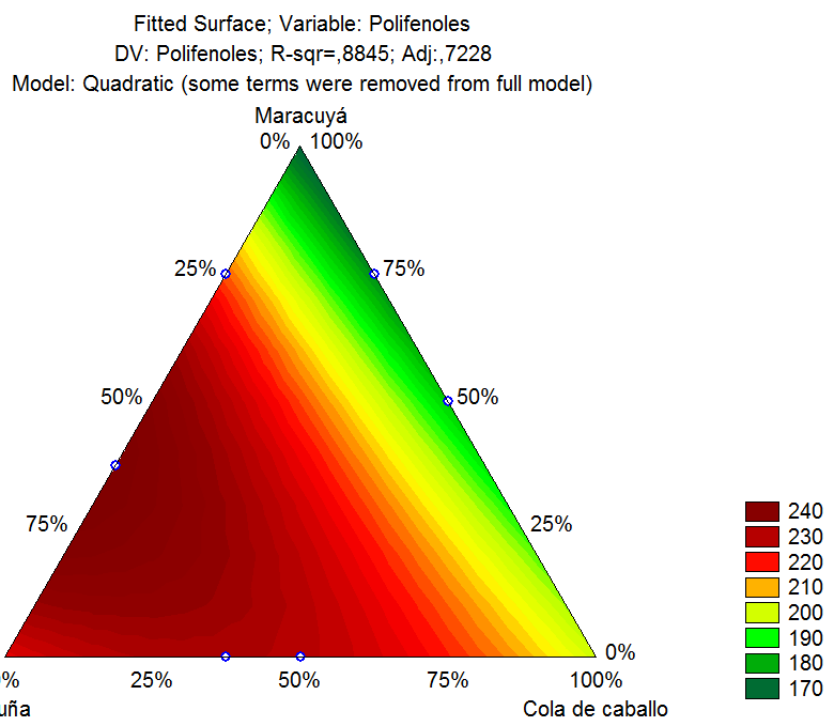


Figura 14. Curvas de nivel del modelo referido a los polifenoles totales de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y maracuyá  
 Fuente: Elaboración propia (2016)

La región de estudio donde se hace máximo el contenido de polifenoles totales es cuando la concentración de muña es mayor y menor la concentración de maracuyá pero con la menor concentración de cola de caballo; una concentración estimada de muña entre 52 a 77 % reportan valores de contenido de polifenoles totales en la infusión de 240  $\mu\text{g/ml}$  ácido gálico. El menor valor de polifenoles se obtiene cuando la concentración de maracuyá es máxima y menor concentración tanto de muña como de cola de caballo.

## 5.2 Evaluación de la aceptabilidad sensorial

En la Tabla 12, se muestran los resultados realizados según el diseño de mezclas, con sus respectivos niveles para cada variable independiente, y los resultados experimentales obtenidos de las unidades en estudio (infusiones) evaluados según la aceptabilidad de sus atributos sensoriales.

Tabla 12. Resultados del análisis sensorial según diseño de mezclas para la infusión de muña, cola de caballo, hierba luisa y pulpa de maracuyá

Tratamientos	X1	X2	X3	X4	Y2	Y3	Y4	Y5
1	50,0	5,0	40,0	5,0	5,43	5,26	5,85	6,38
2	50,0	20,0	25,0	5,0	5,72	5,47	5,89	6,45
3	50,0	5,0	25,0	20,0	5,82	5,51	5,55	6,28
4	40,0	5,0	50,0	5,0	5,48	4,56	5,49	6,29
5	25,0	20,0	50,0	5,0	5,05	5,39	5,75	6,82
6	25,0	5,0	50,0	20,0	5,26	5,49	6,11	6,05
7	45,0	25,0	25,0	5,0	5,68	4,69	5,72	6,15
8	25,0	25,0	45,0	5,0	5,55	4,95	5,45	5,62
9	25,0	25,0	25,0	25,0	4,34	5,59	5,95	4,98
10	35,0	5,0	25,0	35,0	3,59	4,84	5,77	4,09
11	25,0	5,0	35,0	35,0	3,99	4,81	4,67	4,29
12	25,0	15,0	25,0	35,0	4,19	4,73	4,83	4,92
13	50,0	5,0	40,0	5,0	5,18	5,95	4,89	6,08

X1: Muña (%); X2: Cola de caballo (%); X3: Hierba luisa (%); X4: Maracuyá (%); Y2: Color; Y3: Olor; Y4: Sabor. Y5: Apariencia

Fuente: Elaboración propia (2016)

### 5.2.1 Color

Según Grández (2008), el color es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Los cuerpos blancos reflejan la luz de todas las longitudes de onda, los cuerpos negros absorben todas las longitudes de onda.

La medición del color se puede hacer utilizando escalas de color de manera visual o mediante un colorímetro. El color puede influir en la percepción de otro sentido, así un color desagradable puede ser asociado con un sabor desagradable.

De acuerdo con los datos experimentales (Tabla 10), se desarrolló el modelo de regresión completo (anexo 6.b), para la aceptabilidad sensorial del color. El análisis de varianza del modelo indica que presenta un coeficiente de determinación ( $R^2 = 88,55\%$ ), no existe falta de ajuste ( $p$  valor = 0,3015). La regresión muestra un grado de significación importante, ( $p$  valor = 0,0389) es decir que se puede afirmar que la aceptación del color depende de la mezcla de hierbas; y por lo tanto este modelo puede ser utilizado para predecir valores de aceptabilidad de la bebida en la región estudiada.

La ecuación de predicción de la aceptabilidad del color es:

$$Y \text{ color} = 0,188777.\text{muña} + 0,167133.\text{cola de caballo} + 0,160391.\text{hierba luisa} - 0,040987.\text{maracuya} - 0,004731.\text{muña}*\text{hierba luisa} - 0,003188.\text{muña}*\text{cola de caballo} - 0,000843.\text{muña}*\text{maracuyá} - 0,002887.\text{hierba luisa}*\text{cola de caballo}$$

La Figura 15 de curva de nivel, muestra la representación del modelo cuadrático en términos de sus coeficientes para las variables concentración de muña, cola de caballo y hierba luisa, muestra la tendencia de donde se encuentra la región para maximizar la aceptabilidad del color, y que claramente ocurre cuando preferentemente las concentraciones de muña, hierba luisa o cola de caballo se hacen máximas; y analizadas en la escala hedónica no estructurada de aceptación de 10 puntos se estiman una aceptabilidad mayor a 7,5.

Asimismo será menor la aceptabilidad del color de la infusión cuando la mezcla sea a niveles medios de los establecidos en la investigación, correspondiendo a niveles de aceptación por debajo de 5,0 en la escala hedónica utilizada.

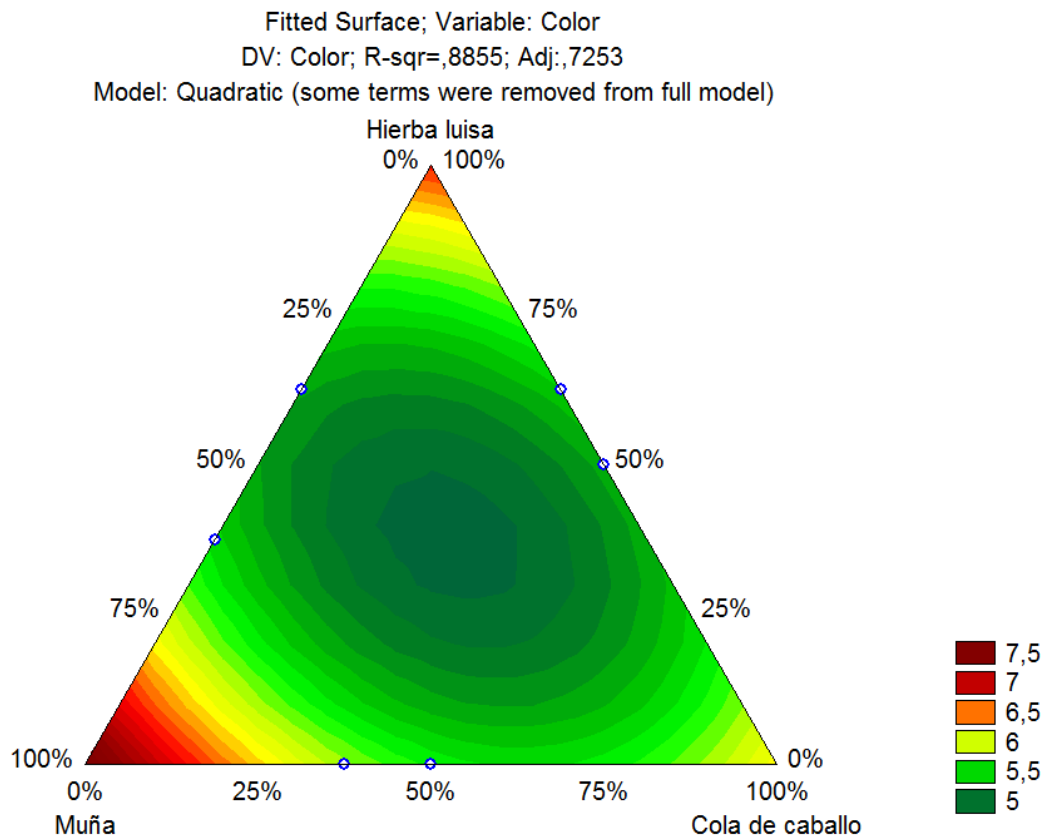


Figura 15. Curvas de nivel del modelo referido la aceptabilidad sensorial del color de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa

Fuente: Elaboración propia (2016)

En la figura 16 se muestra que una concentración de muña o hierba luisa proyectada podría alcanzar hasta 7,55 en la escala de aceptabilidad, si es que solo fueran elaboradas con dichas hierbas, es decir que la mezcla de las hierbas da como resultado una bebida con color no muy favorable para los consumidores.

Fitted Surface; Variable: Color  
 DV: Color; R-sqr=,8855; Adj:,7253  
 Model: Quadratic (some terms were removed from full model)

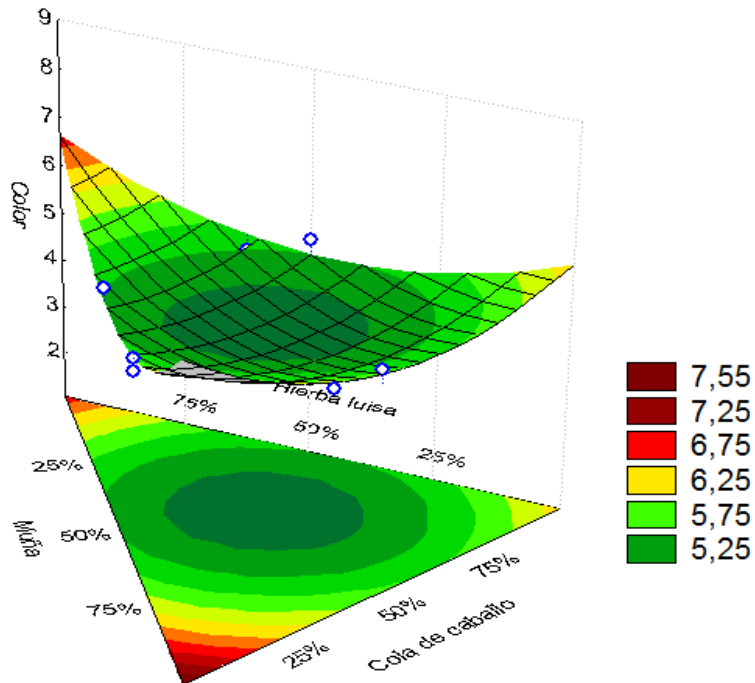


Figura 16. Superficie de respuesta del modelo referido a la aceptabilidad sensorial del color de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y maracuya  
 Fuente: Elaboración propia (2016)

### 5.2.2 Olor

Es la percepción por el olfato de sustancias volátiles liberadas por los objetos. Existe una relación especial entre el olor y el tiempo de percepción. Después de haber retirado una sustancia olorosa, el olfato aún es capaz de percibir el olor por cierto tiempo (Grández, 2008). Es por esto, que en las pruebas sensoriales de alimentos, los ambientes deben ventilarse. Las

pruebas de propiedad sensorial de medición de olores deben ser rápidas porque las personas se adaptan a los olores después de un determinado tiempo.

De acuerdo con los datos experimentales (Tabla 10), se estableció el modelo de regresión (anexo 6.c), para la aceptabilidad del olor. El análisis de varianza indica que el modelo de regresión no muestra un grado de significación importante ( $p$  valor = 0,55), y no presenta falta de ajuste significativo ( $p$  valor = 0,675), aunque presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que explica el 66,13% de la variación de la aceptabilidad, este modelo fue utilizado para predecir valores de la bebida en la región estudiada.

La ecuación de predicción de la aceptabilidad sensorial del olor de la infusión es:

$$Y \text{ olor} = 0,259297.Mu\tilde{n}a + 0,21634.Cola \text{ de caballo} + 0,150371.Hierba \text{ luisa} + 0,055282. \text{ Maracuy\'a} - 0,005893. Mu\tilde{n}a * Hierba \text{ luisa} - 0,006539. Mu\tilde{n}a * Cola \text{ de caballo} - 0,003785. Mu\tilde{n}a * Maracuy\'a - 0,002282. Hierba \text{ luisa} * Cola \text{ de caballo} - 0,000134. Hierba \text{ luisa} * Maracuy\'a$$

Las Figuras 17 y 18 de curva de nivel y de superficie de respuesta respectivamente, muestran la representación del modelo cuadrático en función a las variables concentración de muña, cola de caballo y hierba luisa sobre la aceptabilidad del olor de la infusión, y se muestran las regiones donde se hacen máximos (región rojo vino) y mínimos (región verde oscuro).

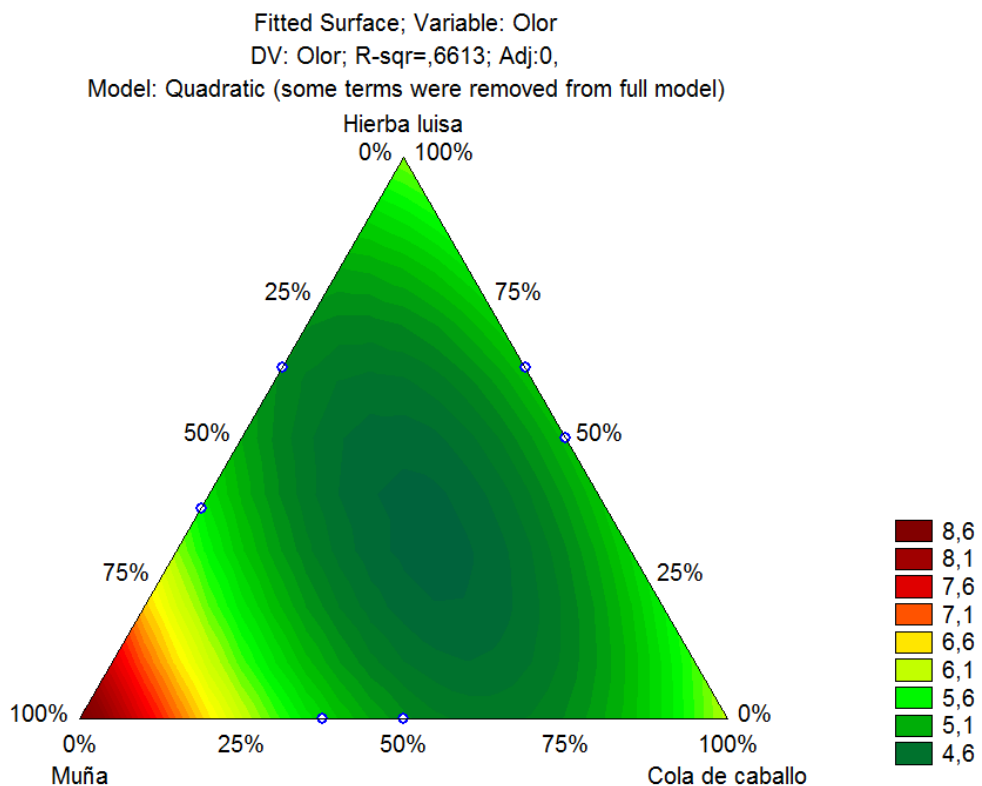


Figura 17. Curvas de nivel del modelo referido a la aceptabilidad sensorial del olor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa

Fuente: Elaboración propia (2016)

Fitted Surface; Variable: Olor  
DV: Olor; R-sqr=,6613; Adj:0,  
Model: Quadratic (some terms were removed from full model)

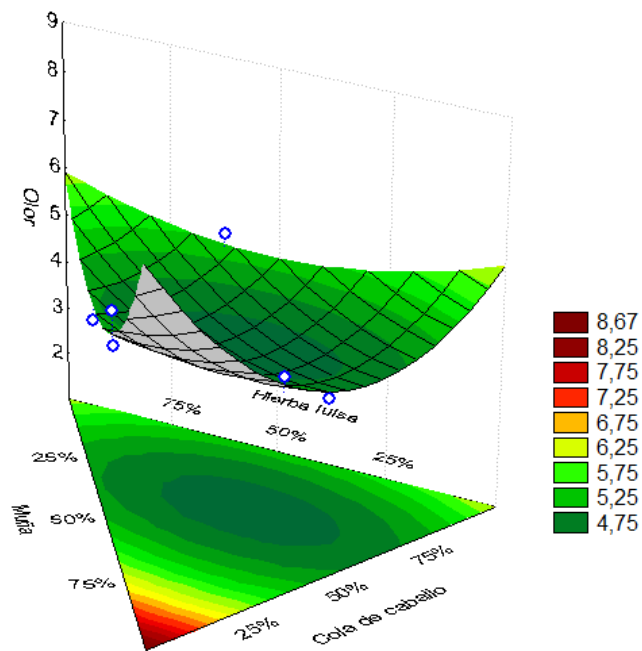


Figura 18. Superficie de respuesta del modelo referido a la aceptabilidad del olor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa

Fuente: Elaboración propia (2016)

### 5.2.3 Sabor

Según AINIA (2012), nuestra percepción del sabor es el resultado de la integración de la información proporcionada por las distintas categorías sensoriales: el olfato, el gusto, el oído, la vista, el tacto, la temperatura y algunas veces incluso irritación o dolor. Esta experiencia sensorial integrada por múltiples facetas sensoriales es el fundamento del sabor que

percibimos, aunque ciertamente algunas sensaciones contribuyen más que otras, como el color de los productos.

Según los datos experimentales (Tabla 10), se estableció el modelo de regresión completo (anexo 6.d) para la aceptabilidad del sabor. El análisis de varianza indica que el modelo de regresión no muestra un grado de significación importante, ( $p$  valor = 0,721) ni existe falta de ajuste significativo ( $p$  valor = 0,761); y presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) alejado del 100% ya que solo explica el 56,49% de la variación de la aceptabilidad del sabor de la bebida en la región estudiada. La ecuación de predicción de la aceptabilidad del sabor de la infusión es:

$$Y_{\text{sabor}} = 0,059089 \cdot \text{Muña} + 0,195987 \cdot \text{Cola de caballo} + 0,147004 \cdot \text{Hierba luisa} - 0,051252 \cdot \text{Maracuyá} - 0,001928 \cdot \text{Muña} \cdot \text{Hierba luisa} - 0,00067 \cdot \text{Muña} \cdot \text{Cola de caballo} + 0,002724 \cdot \text{Muña} \cdot \text{Maracuyá} - 0,004271 \cdot \text{Hierba luisa} \cdot \text{Cola de caballo} - 0,000644 \cdot \text{Hierba luisa} \cdot \text{Maracuyá}$$

Las Figuras 19 de curva de nivel construidos con el modelo cuadrático en términos de sus coeficientes para las variables concentración de muña, cola de caballo y hierba luisa sobre la aceptabilidad sensorial del sabor de la infusión, se muestran las regiones donde se hacen máximos (región en rojo) y mínimos (región en verde oscuro) la aceptabilidad del sabor.

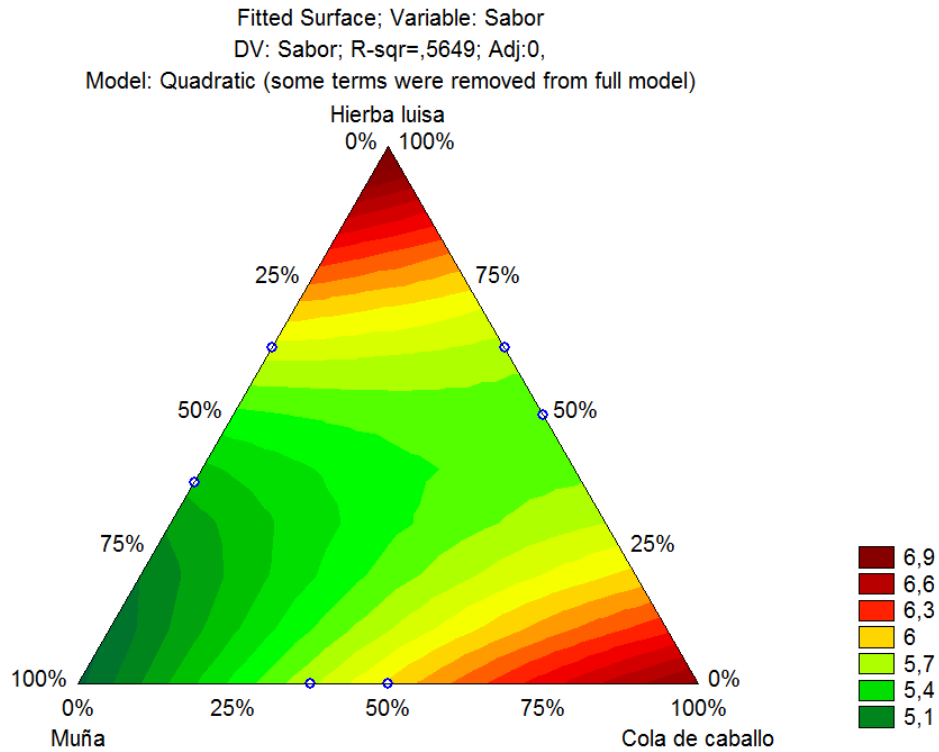


Figura 19. Curvas de nivel del modelo referido a la aceptabilidad sensorial del sabor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa

Fuente: Elaboración propia (2016)

La Figura 20 de superficie de respuesta muestra que la combinación de mayor concentración de muña y menor concentración de hierba luisa desfavorece el sabor de la infusión. Es decir que los panelistas mayoritariamente prefieren el sabor de la infusión con mayor concentración de hierba luisa o menor concentración de muña.

Fitted Surface; Variable: Sabor  
 DV: Sabor; R-sqr=,5649; Adj:0,  
 Model: Quadratic (some terms were removed from full model)

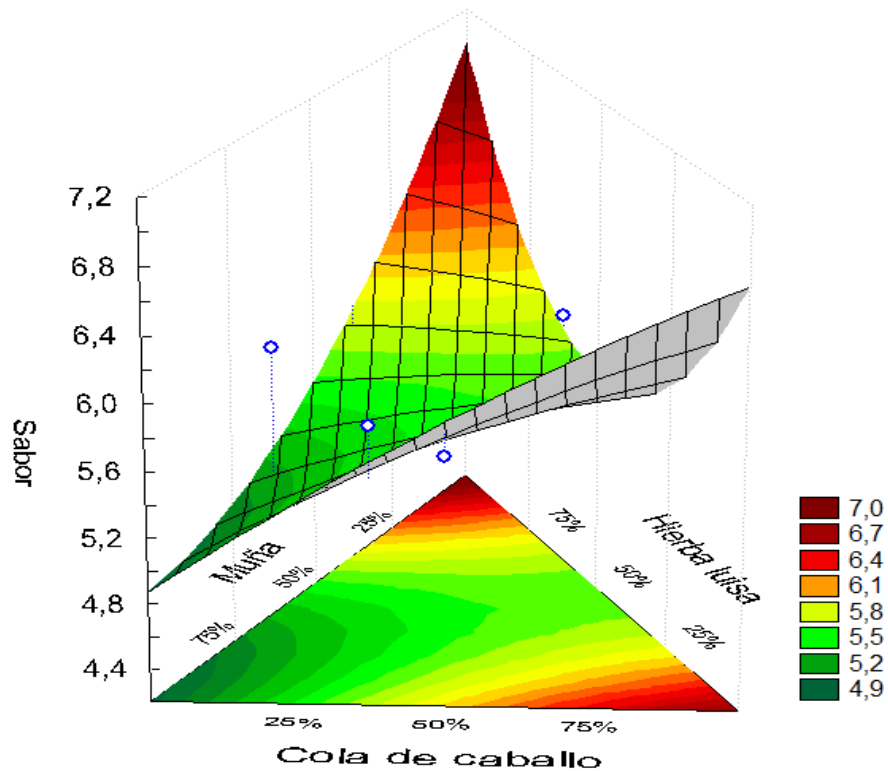


Figura 20. Superficie de respuesta del modelo referido a la aceptabilidad del sabor de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa

Fuente: Elaboración propia (2016)

#### 5.2.4 Apariencia

En el proceso de decisión de aceptar o rechazar un producto, el primer factor que el consumidor considera es el aspecto del mismo, influyendo por lo tanto, incluso de manera previa al consumo propiamente dicho del mismo (AINIA, 2012).

Con los datos experimentales (Tabla 10), se estableció el modelo de regresión completo (anexo 6.e), para la aceptabilidad sensorial de la apariencia. El análisis de varianza indica que el modelo de regresión presenta un importante grado de significación, (p valor = 0,011), y una falta de ajuste no significativa (p valor = 0,47). Asimismo su coeficiente de determinación ( $R^2$ ) explica el 96,57% de la variación de la aceptabilidad de la apariencia, y por tanto este modelo puede ser utilizado para predecir valores de aceptación de la bebida según su apariencia dentro de la región estudiada. La ecuación de predicción de la aceptabilidad de la apariencia de la infusión es:

$$Y \text{ apariencia} = 0,393408.\text{muña} + 0,176795\text{cola de caballo} + 0,404912\text{hierba luisa} + 0,189227.\text{maracuya} - 0,012862 \text{ .muña*hierba luisa} - 0,005781.\text{muña*cola de caballo} - 0,006515.\text{muña*maracuyá} - 0,006385.\text{hierba luisa*cola de caballo} - 0,006964.\text{hierba luisa*maracuyá}$$

La Figura 21 de curva de nivel, muestran la representación del modelo cuadrático para las variables concentración de muña, cola de caballo y hierba luisa en función de la aceptabilidad de la apariencia.

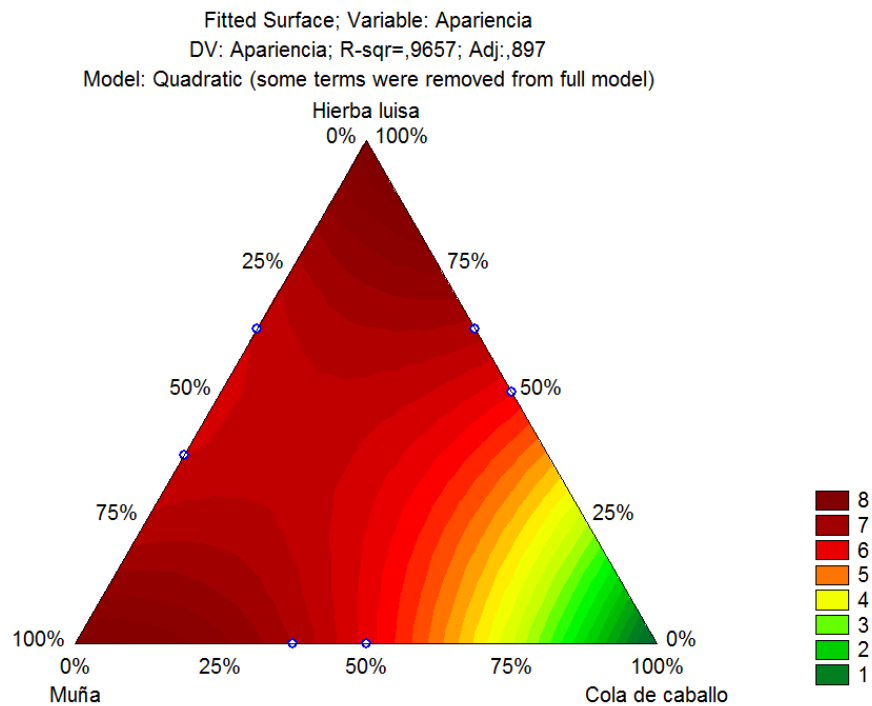


Figura 21. Curvas de nivel del modelo referido a la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa  
 Fuente: Elaboración propia (2016)

La Figura 22 de superficie de respuesta muestra que la combinación de más concentración de cola de caballo y menor concentración de hierba luisa desfavorece la mejor aceptación de la apariencia de la infusión. Por lo tanto se hace evidente que una infusión con menor concentración de cola de caballo e independiente de la concentración de muña, resultara una mejor apariencia para aceptación del consumidor.

Fitted Surface; Variable: Apariencia  
 DV: Apariencia; R-sqr=,9657; Adj:,897  
 Model: Quadratic (some terms were removed from full model)

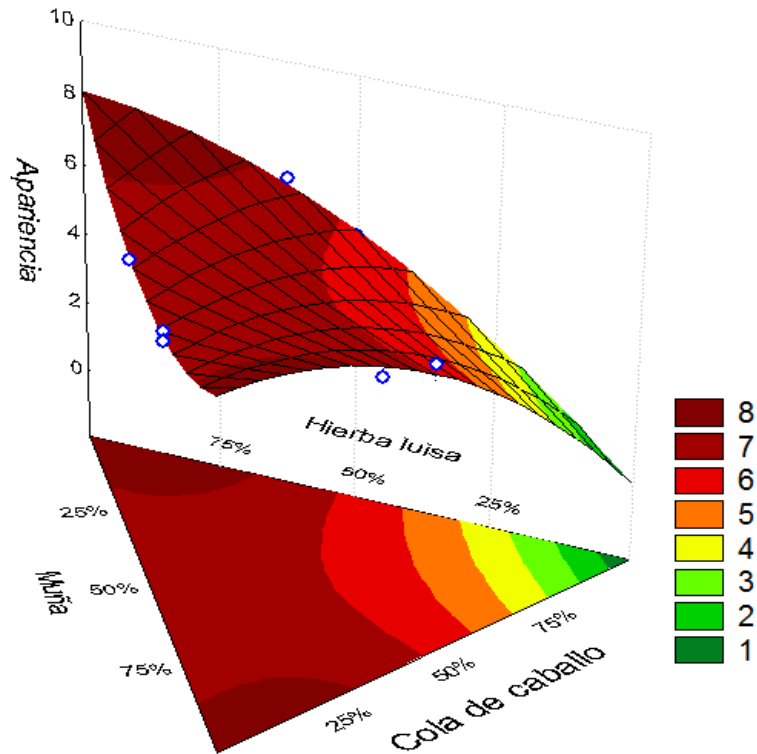


Figura 22. Superficie de respuesta del modelo referido a la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la infusión por efecto de las concentraciones de muña, cola de caballo y hierba luisa  
 Fuente: Elaboración propia (2016)

### 5.2.5 Determinación del tratamiento óptimo

Para la optimización se tomaron las siguientes restricciones:

- Variables de entrada: mantener en el rango de estudio a los niveles de las variables independientes.

- Variables respuestas: maximizar los atributos sensoriales color, olor, sabor y apariencia; manteniendo en rango de estimación a los polifenoles totales.

Aplicando la metodología de la función deseada mediante el paquete estadístico Design expert V 7, se obtuvo la combinación óptima de componentes de la infusión que satisface los criterios establecidos, tal como lo muestra la Tabla 13.

Tabla 13. Solución numérica del proceso de optimización para la mezcla óptimo de la bebida

Variables	Nivel inferior	Nivel superior	Óptimo	Unidad
X1 : Muña	25	50	50	%
X2 : Cola de caballo	5	25	5	%
X3 : Hierba luisa	25	50	25	%
X4 : Maracuyá	5	35	20	%
Y1 : Polifenoles totales			244	µg/ml
Y2 : Color			5,55	cm
Y3 : Olor			5,77	cm
Y4 : Sabor			5,87	cm
Y5 : Apariencia			6,14	cm
Función deseada			0,834	

Fuente: Design expert V 7.

De la aplicación del método numérico resultaron las condiciones óptimas según los criterios establecidos para el proceso de elaboración de la infusión y que tal como se muestra en la Tabla 13, son: Muña 50 %, Cola de caballo 5 %; Hierba luisa 25 %; Maracuyá 20 %, combinación que presentan un valor de función deseada de 0,834 que indican que es probable repetir esta combinación y nuevamente obtener resultados muy similares a los encontrados. La figura 23 muestra la tendencia en la cual las proporciones de los componentes de la infusión hacen óptima según la aceptabilidad sensorial.

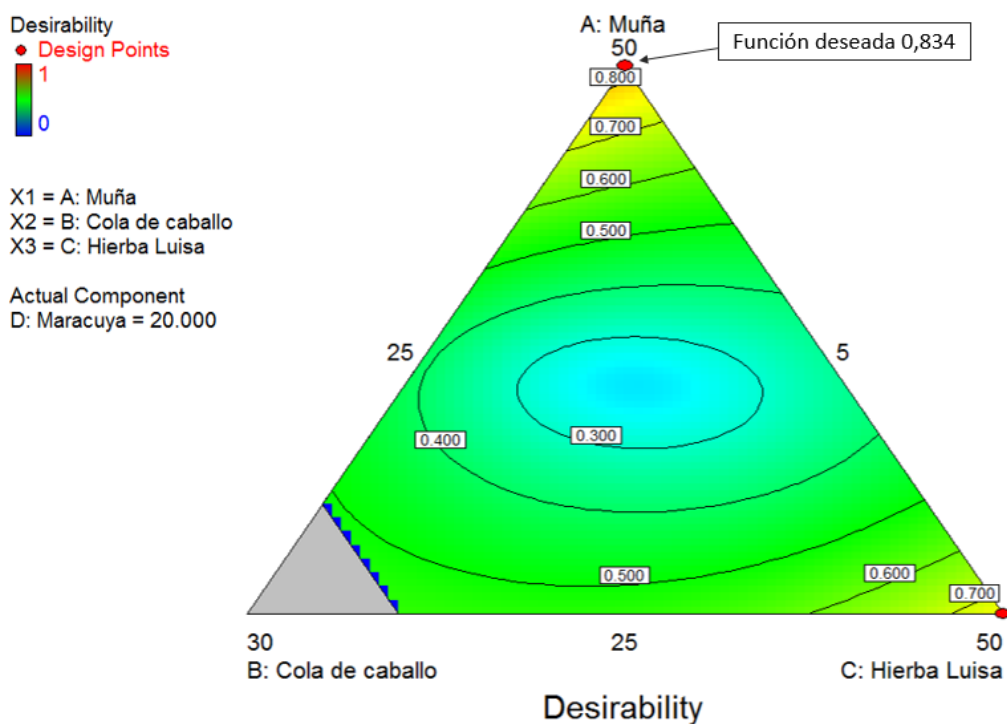


Figura 23. Curvas de nivel de la muestra optimizada de infusión  
Fuente: Elaboración propia (2016)

A fin de conocer el nivel de aceptación del tratamiento óptimo en condiciones de comparación con otras bebidas comerciales (Leaf tea y Drink T) se realizó una evaluación sensorial (anexos 7) entre dos muestras a base de té verde y limón. Los resultados obtenidos se muestran gráficamente en el perfil sensorial de la Figura 24.

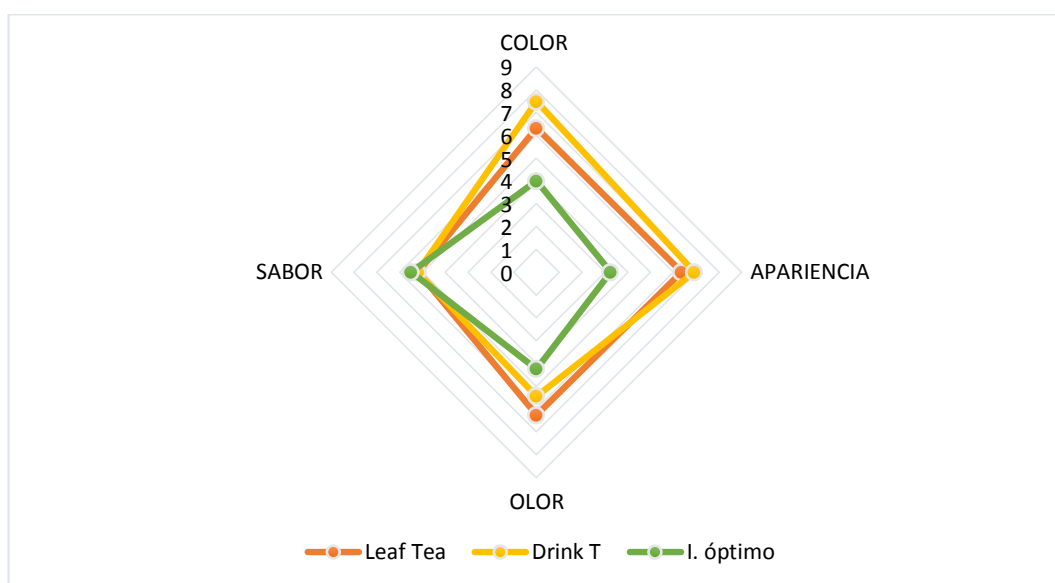


Figura 24. Análisis sensorial comparativo de la muestra óptima y dos muestras comerciales (bebidas no alcohólicas)  
Fuente: Elaboración propia (2016)

Los resultados obtenidos de dichas pruebas comparativas demostraron que la bebida óptima elaborada y las bebidas comerciales con respecto al sabor no presentaron diferencia significativa ( $p$  valor  $>0,05$ ), pero si se determinó diferencias significativas para los atributos color, olor y apariencia ( $p$  valor  $\leq 0,05$ ).

La Tabla 14 muestra los análisis microbiológicos realizados a la infusión de concentraciones óptimas, donde para los recuentos efectuados no superan los límites establecidos, demostrando la inocuidad del producto final obtenido.

Tabla 14. Análisis microbiológicos del producto óptimo

	Resultado	Requisito	unidad
Mohos	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	ufp/ml
Entero bacterias	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	gérmenes/g

Fuente: Elaboración propia (2016)

La Figura 25, muestra en general los parámetros finales obtenidos según la aceptabilidad sensorial de los atributos evaluados, se estableció el flujo de elaboración de la infusión a base de hierbas y pulpa de maracuyá, las condiciones halladas dan como resultado una bebida con una aceptabilidad sensorial de “agradable”.

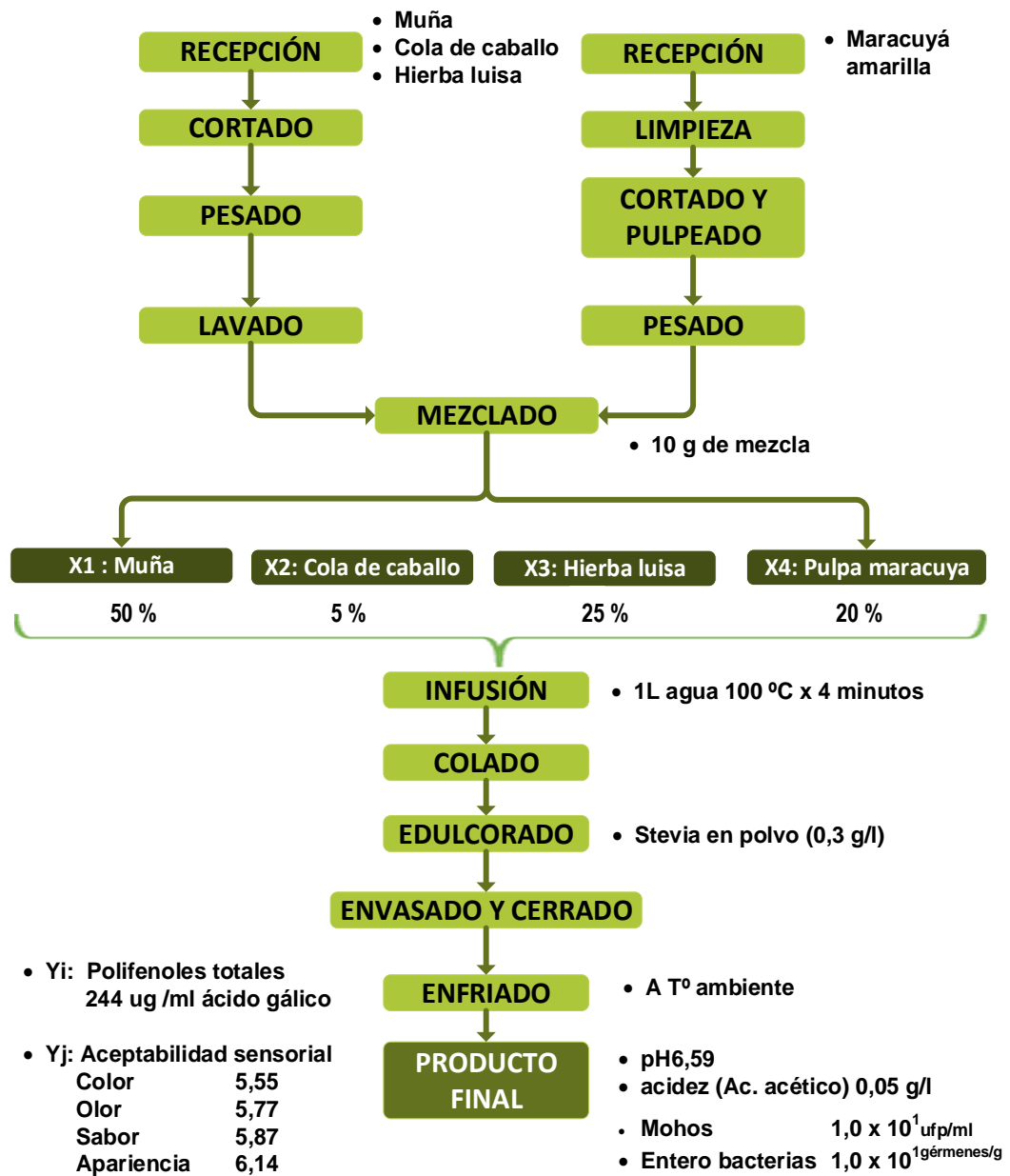


Figura 25. Flujo definitivo del proceso de elaboración de la infusión a base de muña, cola de caballo, hierba luisa, y maracuyá  
Fuente: Elaboración propia (2016)

### **5.3 Discusión de resultados**

#### **5.3.1 Polifenoles totales**

Estos resultados confirman lo reportado por el investigador Shiming Li, de la compañía biotecnológica WellGen, quien encontró un contenido “extremadamente bajo” de polifenoles en el té embotellado. Una taza de té contiene entre 50 y 150 miligramos de polifenoles y una botella regular de la bebida lista para consumirse tiene unos 37 miligramos en promedio, aunque hay algunas versiones que no superan los 10 mg (De Martos, 2010).

Agüero et al. (2013), demostró la presencia de antocianinas en materia vegetal de *Hibiscus sabdariffa* (Malvaceae), bajo condiciones de acidez de pH 1 y no se observó al alcalinizarse a pH 4,5 obteniendo datos de compuestos fenólicos de 9,2 a 12,14 mg/g ácido gálico, valores elevados para los contenidos registrados (0,169 mg/ml a 0,249 mg/ml) que se explica por el pH con que se elaboraron las bebidas que fue de 6,59.

La combinación de hierbas que hace óptima la aceptabilidad sensorial presento una concentración de polifenoles totales de 244 ug/ml expresado en ácido gálico; valor dentro del rango establecido por los autores antes

mencionados; y que confirman el escaso contenido del mismo en la infusión.

### **5.3.2 Color**

Escudero y Muñoz (2005), afirman que los polifenoles contribuyen a la pigmentación de los alimentos vegetales a través de las antocianidinas. Igualmente los taninos condensados o proantocianidinas se asocian con la astringencia que presentan muchas frutas comestibles antes de la maduración. Esto se hace evidente en la infusión elaborada que por efecto del contenido de los polifenoles las muestras resultaron de diferentes tonalidades pero predominando el marrón ya sea claro u oscuro. Asimismo García et al. (2015) afirma que otros polifenoles, como los ácidos hidroxicinámicos y sus derivados, pueden ser oxidados por enzimas presentes en los tejidos vegetales, dando lugar a productos de color pardo.

Considerando que las hierbas de mayor influencia fueron la muña y cola de caballo, se puede afirmar que dichas hierbas al aportar mayores concentraciones de polifenoles son también quienes por efecto de su oxidación aportan mayor intensidad en la coloración de las infusiones. Esta afirmación explica la coloración resultante de las diferentes muestras

estudiadas y por tanto la significancia en función a los componentes herbáceos, pues muchos presentaron coloración pardo en diferentes tonalidades.

### **5.3.3 Olor**

Los compuestos fenólicos o polifenoles se encuentran distribuidos ampliamente en el reino vegetal, en plantas medicinales, especias, vegetales, frutas, granos y semillas, donde su presencia contribuye a las cualidades sensoriales como color, aroma, pardeamiento, amargor y la astringencia (Rizzo et al., 2006).

En base a lo afirmado y con respecto al olor, el efecto de las hierbas, es más evidente para la muña que la hierba luisa o cola de caballo, donde se proyecta que podría alcanzar hasta 8,68 de escala de aceptabilidad del olor, si es que solo fueran elaboradas con dicha hierba, es decir que la mezcla de las hierbas da como resultado una bebida con olor no muy favorable para los consumidores.

La aceptabilidad del olor, que ocurre cuando las infusiones se preparan con los máximos niveles de concentración de las hierbas. Los

rangos de aceptabilidad resultantes alcanzan el valor de 8,6 en la escala hedónica de 10 puntos cuando es máxima la concentración de muña.

#### **5.3.4 Sabor**

García et al. (2015) afirman que las antocianinas son pigmentos responsables del color rojo-azulado de muchas frutas como las fresas, uva, ciruelas, etc., los flavonoles aportan el color amarillo característico de algunas partes externas de frutas o vegetales, las flavanonas son responsables del sabor amargo de algunos cítricos (por ejemplo, la naringina en el pomelo o la neohesperidina en la naranja), el eugenol caracteriza el intenso aroma de los plántanos o los toninos que confieren la astringencia a algunas frutas.

Se observa que cuando las infusiones se preparan con los máximos niveles de concentración de las hierbas cola de caballo y hierba luisa, los rangos de aceptabilidad ajustados están entre 5,1 a 6,9 según la escala hedónica de 10 puntos.

### **5.3.5 Apariencia**

Según Rodríguez (2003), el tiempo que tarda en hacerse visible la turbidez depende de diversos factores, como el contenido y tipo de proteínas, taninos (compuestos polifenólicos), del medio que involucra pH, temperatura, oxidación, presencia de sales, metales trazas, agitación y también de condiciones de exposición a la luz y adsorción en el filtro, que pueden acelerar o retardar la aparición de turbidez coloidal.

Apariencia observada en las muestras indican una evidente turbidez, característica que los panelistas relacionaron con la aceptabilidad de la apariencia de la infusión, además la región de maximiza aceptabilidad, que claramente ocurre cuando la concentración de muña es mayor al 75% y con hierba luisa presente en menos del 25% o cola de caballo con 25%, reportando valores de aceptabilidad mayores a 8 en la escala de aceptación de 10 puntos. La aceptabilidad de la infusión será menor a mayores concentraciones de cola de caballo, reportando valores por debajo de 6 en utilizada.

### 5.3.6 Óptimo

Según las pruebas comparativas, es decir las bebidas comerciales presentan un mejor acabado. Asimismo el producto óptimo presenta un valor de pH de 6,59; con una acidez (ácido acético) de 0,05 g/ℓ. Así mismo, se realizó una prueba microbiológica (Tabla 12) complementaria al proceso de elaboración, a fin de conocer la inocuidad del producto óptimo. Los resultados obtenidos demuestran que luego de 2 días de elaboración, la infusión presenta niveles de contenido de mohos y bacterias por debajo de los requisitos exigidos por DIGESA.

Santos et al. (2004), observó que el *Cymbopogon citratus* inhibió en un 71% a la klebsiella y en un 86% a *Escherichia coli* demostrando así su actividad antibacteriana. Confirmando dicho efecto inhibitor para la infusión obtenida según los recuentos resultantes.

## CONCLUSIONES

1. La influencia del porcentaje de hojas de muña, ramas de cola de caballo, hojas de hierba luisa y pulpa de maracuyá sobre los polifenoles totales de la infusión resultó significativa ( $p$  valor  $<0,05$ ), la muña y cola de caballo son las que más aportan a la bebida con más de 230  $\mu\text{g/ml}$  de concentración de polifenoles totales, mientras el aporte de la hierba luisa y la pulpa de maracuyá es menos de 170  $\mu\text{g/ml}$ .
2. La influencia del porcentaje de los componentes sobre la aceptabilidad sensorial de la infusión, fue significativa ( $p$  valor  $<0,05$ ) para la aceptabilidad del color en un rango 3,59 a 5,82 y la apariencia para un rango de 4,09 a 6,82 en la escala hedónica. Mientras que para los atributos sensoriales olor entre 4,56 a 5,95 y sabor entre 4,67 a 6,11; no fueron influencias por las concentraciones de las hierbas. Además de destacar que los mayores niveles de aceptación en todas las mezclas suceden cuando uno de las hierbas presenta mayor concentración que los demás componentes.

3. El producto final optimizado que presentó mayor aceptación está dada por los valores de hojas de muña 50%, ramas de cola de caballo 5%, hojas de hierba luisa 25% y pulpa de maracuyá 20% con una aceptabilidad sensorial color 5,55; olor 5,77; sabor 5,87; apariencia 6,14; asimismo un bajo contenido de polifenoles totales de 244  $\mu\text{g/ml}$  ácido gálico; pH 6,59; acidez (ácido acético) 0,05 g/ℓ. Además los recuentos de mohos de  $1,0 \times 10^1$  ufp/ml y enterobacterias de  $1,0 \times 10^1$  gérmenes/g; recuentos por debajo de los límites establecidos por DIGESA N° 615-2003-SA/DM, ( $10^2$  ufc/ml), es decir una calidad microbiológica inocua.

## RECOMENDACIONES

1. Evaluar la capacidad clarificante de otras sustancias como son el suero lácteo o la bentonita o la mezcla de ambas en intervalos de tiempo de reposo, sobre la aceptabilidad sensorial de las infusiones.
2. Realizar un análisis cuantitativo de los principales compuestos fenólicos presentes en las infusiones según las materias primas utilizadas.
3. Evaluar el efecto del medio ácido y temperatura de extracción de los polifenoles, de las mezclas de hierbas utilizadas a fin de determinar la variación de en su extracción de los componentes fenólicos.
4. Evaluar la aceptabilidad sensorial de la mezcla de hierbas deshidratadas y envasadas para su posterior uso como bebida filtrante, a través del tiempo de almacenamiento en anaquel.

## REFERENCIAS

### LIBROS

- ALICORP 2007 *Mercado de infusiones en el Perú*. Nota de Prensa
- ALMEIDA L, Alves U, y otros. 2008 *Evaluation of the chemical composition of Brazilian commercial Cymbopogon citratus (D.C.) Stapf samples*. Moléculas.
- ALONSO, J. 2004 *Tratado de fitofármacos y nutraceuticos*. Buenos aires - Argentina., Corpus., Pp. 80-82; 451-456; 674-678
- ÁLVAREZ H R, Salamanca G, 2007 *Valoración metodológica para el estudio de mezclas ternarias en sistemas alimentarios*. Alimentos Ciencia Ingeniería. pag16:92-96.
- ANGEROSA, P. et al. 1995 *GC-MS evaluation of phenolic compounds in virgin olive oil*, J Agric Food Chem, 43, pag. 1302-1807.
- ANTOLOVICH, M. Prenzler, P. Robards, K. y Ryan, D. 2000 *Sample preparation in the determination of polifenolic compounds in fruits*. The Analyst Critical Review, 125, 989-1009.
- AOAC. 1981 *Official methods of analysis of the association of official agricultural chemistry*. Thirteenth edition. Washington.

- BORJA F. 2010 *Actividad antibacteriana y concentración mínima inhibitoria del aceite esencial del cymbopogon citratus frente al streptococcus mutans in vitro*. Universidad Nacional Federico Villarreal Lima-Perú.
- COLLAZOS Ch. C; White1 P.L.; White2 H.S; Viñas T. E.; 1996 Tablas peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud. Lima-Perú.
- DEBENEDETTI S. 2007 *Parámetros botánicos y cromatográficos para la monografía farmacopeica de "cola de caballo", Equisetum Giganteum L.* Universidad de Belgrano. Argentina
- DIARIO GESTIÓN. "Mercado de té bebible". Domingo, 29 de marzo del 2015.
- DICKO, M. H., Gruppen, H., Traoré, A. S., Voragen, A. G. J. y Van Berkel, W.J.H. 2006. *Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use*. Biotechnology and Molecular Biology Review, 7, 21-38.
- DURÁN V. Honores M. 2012 *Obtención y Caracterización de Pectina en Polvo a Partir de Cascara de Maracuyá (Passiflora Edulis)*. Tesis Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador
- ESCARPA, A., González M. 2001 *An Overview of Analytical Chemistry of Phenolic compounds in food*. Critical Reviews Analytical Chemistry. Freund Publishing House Ltd. Berlin - Germany

- ESCUADERO Fernando Ramos, Muñoz Jáuregui Ana María 2005  
*Compuestos Fenólicos en los Alimentos* VII Congreso Nacional de  
Ciencias y Tecnología de Alimentos Lambayeque
- ESPINOSA Manfugás Julia. 2007 *Evaluación Sensorial*. Editorial  
Universitaria. La Habana-Cuba. Pag 39-41
- ESPINOZA E. 2003 *Evaluación sensorial de los alimentos*. Universidad  
Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú
- GRÁNDEZ Gil, G. 2008 *Evaluación sensorial y fisicoquímica de néctares  
mixtos de frutas a diferentes proporciones*. Universidad de Piura.  
Piura-Perú
- GUTIERREZ H. y De la Vara R. 2008 *Análisis y diseño de experimentos*.  
2ra Ed. Mc Graw Hill. México
- HERNANDEZ R. Fernández C. y Baptista P., 2010 *Metodología de la  
Investigación*. Quinta Edición. México. Edit. McGraw Hill.
- LÓPEZ-TORRES R, Ramírez M. y otros. 2002 *Una región de confianza  
para las variables explicatorias en experimentos con mezclas  
utilizando calibración* Agrocienza, vol. 36, núm. 5, pp. 579-592,  
México.
- MANACH C., Scalbert A. y otros 2004 *Journal Clin Nutr*, vol. 79.

- MARTINELLO, M y Pramparo M. 2005 *Poder Antioxidante de Extractos de Romero Concentrados por destilación Molecular*. Información tecnológica 16 (5) 17-20.
- MARTÍNEZ R., Torres P. y otros. 2012 *Food Chem*, Vol. 135(3), pp. 1520-1526.
- MONTGOMERY D., 2004 *Diseño y análisis de experimentos* segunda edición. - Limusa-Wiley. México
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2005 *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. Ginebra
- PINELO, M, Sineiro, J., y Núñez, M J. 2006 *Mass transfer during continuous solid-liquid extraction of antioxidants from grape byproducts*. Journal of Food Engineering, pag 77, 57-63. Elsevier B.V.
- RAMOS F. y Muñoz A. 2005 *Compuestos Fenólicos en los Alimentos*. Universidad de San Martín de Porres. Lima-Perú
- REINA C. 2006 *Manejo pos cosecha y evaluación de la calidad en maracuyá*. Universidad Sur Colombiana.
- RICCO R. Agudelo, I. Garcés, M. Evelson, P. Wagner, M. & Gurni, A. 2011 *Polifenoles y actividad antioxidante en Equisetum giganteum L. (Equisetaceae)*. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

- RIZZO, M., Ventrice, D., Varone, M. A., Sidari, R., y Caridi, A. 2006 *HPLC determination of phenolics adsorbed on yeasts*. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 42,46-55.
- RODAS C. 2012 *Cola de caballo*. INKA PLUS.
- RODRÍGUEZ C. Héctor 2003 *Determinación de Parámetros Físico-Químicos para la Caracterización de Cerveza Tipo Lager Elaborada por Compañía Cervecería Kunstmann S.A. Valdivia UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE*
- ROMÁN Vera Tudela A. 2003 *Infusiones heladas como bebidas alternativas en el mercado nacional*. Universidad de Piura. Perú
- SANTOS, R.; Sumita,T.;Furlan ,M.; Cardoso,J. & Ueno,M. 2004. *Antibacterial activity of essential oil son microorganisms isolated from urinary tract infection*. Revista Saude Publice, 38
- SOARES Marta O., Alves Rita C., Pires Pedro C., M. Oliveira Beatriz P.P. Vinha Ana F. 2013 *Angolan Cymbopogon citratus used for therapeutic benefits: Nutritional composition and influence of solvents in phytochemicals content and antioxidant activity of leaf extracts* Food and Chemical Toxicology. Elsevier. Porto-Portugal.
- STRATIL, P., Klejdus, B., y Kubán, V. 2007 *Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals*. Talanta.

- SUPO, J. 2012 *Seminarios de investigación*. Arequipa-Perú
- TAKHTAJAN, A. 1980 *Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta)*. The Botánica! Review, 295.
- TODESCHINI, R. 1998 *Introduzione alla chemiometria*. Edites S.r.l., Napoli. Italia.
- TOMÁS-BARBERÁN F. 2003 *Los polifenoles de los alimentos y la salud* Instituto Danone Alimentación, Nutrición y Salud Vol. 10, N.9 2
- TRONCOSO, N., Sierra, H., Carvajal, L., Delpiano, P., y Günther, G. 2005 *Fast high performance liquid chromatography and ultraviolet-visible quantification of principal phenolic antioxidants in fresh rosemary*. Journal of Chromatography, pag 1100, 20-25.
- TSAO, R. y Deng, Z. 2004. *Review: Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals*. Journal of Chromatography B, 812, 85-99.
- URRIALDE DE ANDRÉS R. 2011 *Ingredientes funcionales y bebidas un consenso para la necesaria rehidratación* Health Marketing Manager Iberia
- ZAMORA, F. 2003 *Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos*. AMV Ediciones.

## TESIS

AGÜERO M., Segura C., Parra J. 2013 *Análisis comparativo de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de cuatro marcas de tisanas de Hibiscus sabdariffa (Malvaceae) comercializadas en Costa Rica*. Facultad de Farmacia, Universidad de Costa Rica.

ALVAREZ, M. Sumiré D. 2011 *Elaboración y evaluación de una infusión hipocalórica, a base de stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), eucalipto (Eucalyptus globulus Labill) y manzanilla (Matricaria chamomilla)* Universidad Peruana Unión.

CANO, C. 2007 *Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de Minthostachys mollis "muña"*. Tesis (Magister). Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

GARCÍA, E. Fernández, I. Fuentes, A. 2015 *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Universitat Politècnica De Valencia. España

LÓPEZ Vargas, Jairo 2013 *Caracterización de coproductos de la industria del maracuyá (Passiflora edulis var. flavicarpa) y su aplicación a productos cárnicos*. Título de Doctor, Universidad Miguel Hernández. España

- RIVADENEIRA Ávila, Mariella. 2009 *Extracción de pectina líquida a partir de cascaras de Maracuyá (Passiflora edulis) y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil – Ecuador
- ROJAS C., Tripaldi P., Dután H. 2010 *Desarrollo y Optimización De Una Infusión Aromática Tipo Tisana Aplicando Diseño De Plackett-Burman y Optimización De Máxima Pendiente*. Universidad del Valle Colombia.
- YAPUCHURA Mamani Roxana 2010 Estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) E INCA MUÑA (*Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kuntze) Tesis para optar el grado de: Magister Lima – Perú 2

## **INTERNET**

- AINIA (2015, 13 de julio) *¿Cómo influye el color en la percepción de sabor de un producto?. Consumidor y Nuevos Productos*. Recuperado de <http://tecnoalimentalia.ainia.es/web/tecnoalimentalia/consumidor-y-nuevos-productos/-/articulos/rT64/content/como-influye-el-color-en-la-percepcion-de-sabor-de-un-producto>

DE MARTOS Cristina (2016, 2 de mayo) *Los beneficios del té se pierden al embotellarlo.* Madrid-España Recuperado de <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2010/08/23/nutricion/1282546053.html>

MINSA/DIGESA-V.01. (2014, 20 de noviembre) *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.* Recuperado de

[http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/RM%206152003MINSA.f](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/RM%206152003MINSA.f)

NUTRIENTES DEL MARACUYÁ (2015, 13 de noviembre) Recuperado de <http://alimentos.org.es/nutrientes-maracuya>

SAZ P. (2016, 5 de marzo) *Fitoterapia y medicina naturista.* Recuperado de [http://www.unizar.es/med\\_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf](http://www.unizar.es/med_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf)

Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (2015, 15 de Noviembre) Muña. Recuperado de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/130pdf2015Feb06.pdf>

## **ANEXOS**

Anexo 1. Ficha de prueba hedónica escala no estructurada

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ ATRIBUTO \_\_\_\_\_

Frente a usted hay muestras codificadas las cuales debe probar una a la vez y marcar con una X según su juicio sobre cada muestra.

	<b>Me desagrada muchísimo</b>	<b>Ni me gusta ni me disgusta</b>	<b>Me agrada muchísimo</b>
815	----- -----	----- -----	----- -----
427	----- -----	----- -----	----- -----
639	----- -----	----- -----	----- -----
542	----- -----	----- -----	----- -----
953	----- -----	----- -----	----- -----
764	----- -----	----- -----	----- -----
278	----- -----	----- -----	----- -----
682	----- -----	----- -----	----- -----
895	----- -----	----- -----	----- -----
706	----- -----	----- -----	----- -----
419	----- -----	----- -----	----- -----
723	----- -----	----- -----	----- -----
935	----- -----	----- -----	----- -----

Fuente: Adaptación de Espinoza (2003)

Anexo 2. Polifenoles totales en la hierba luisa (lemon grass) en  $\mu\text{g}/\text{ml}$  de ácido gálico

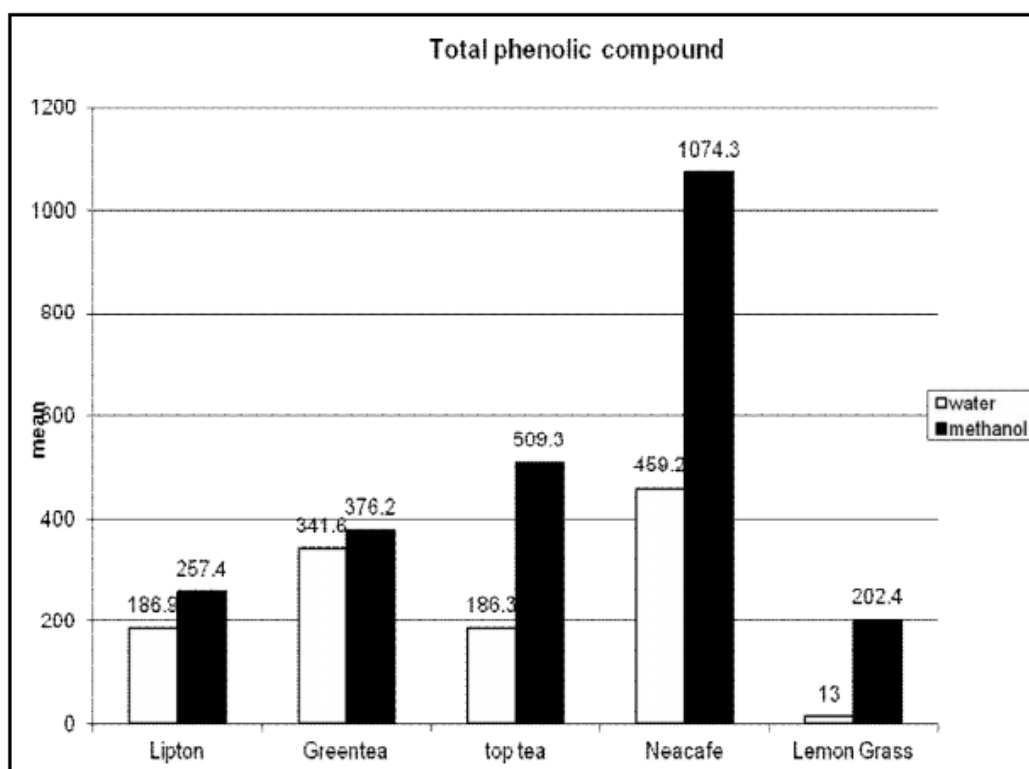


Figure 6.0: Total phenolic compounds of Top tea, Lipton tea, Nescafe, Green tea and Lemon grass tea.

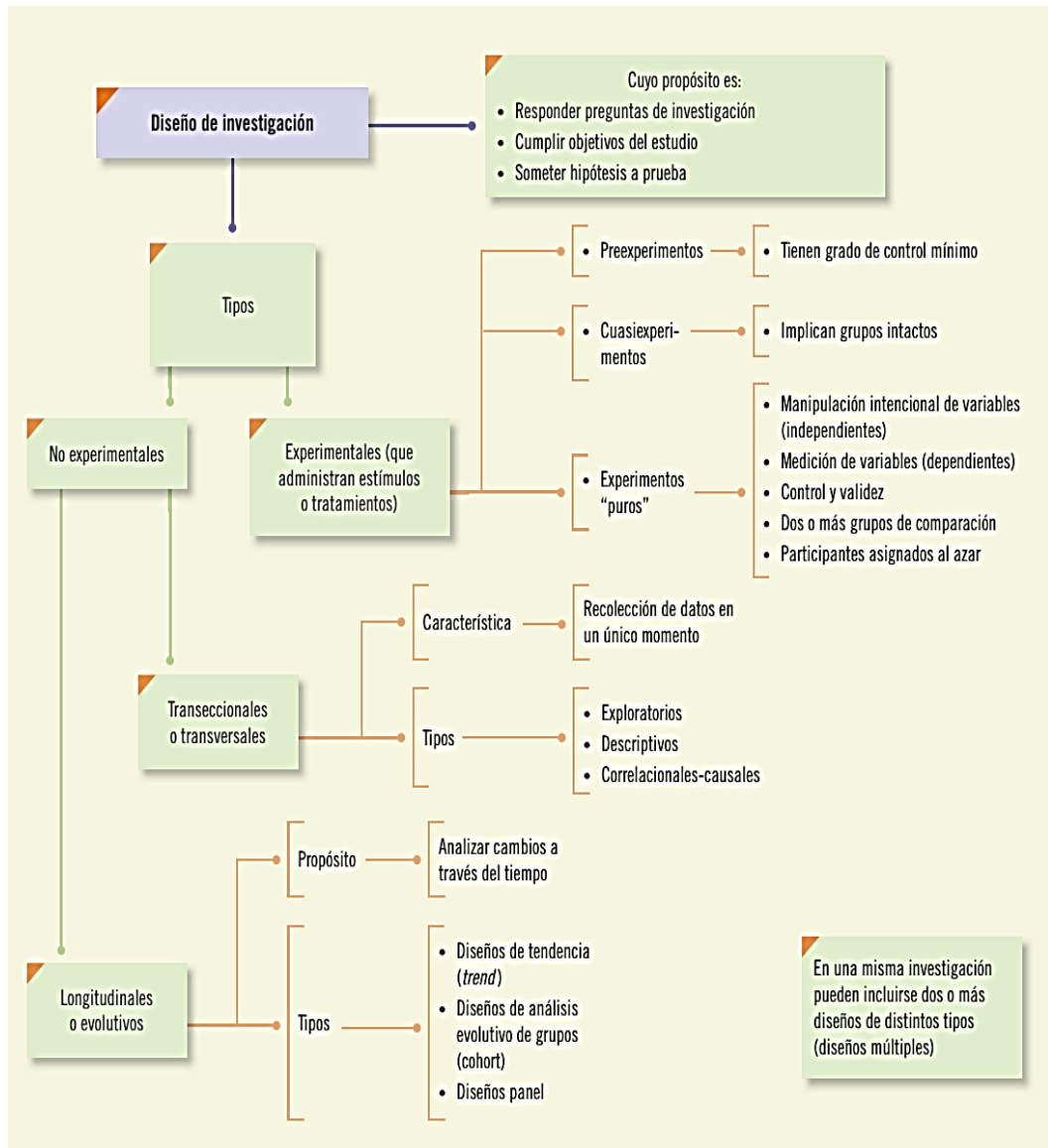
Fuente: (Martinello y Pramparo, 2005).

Anexo 3.Requisitos microbiológicos para bebidas a base de hierbas de uso alimentario para infusiones (té, mate, manzanilla, boldo, otros).

Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	$10^2$	$10^3$
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	$10^2$	$10^3$

Fuente: Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM que aprobó los "Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

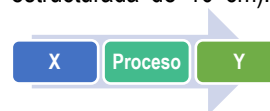
## Anexo 4. Tipos de diseños de investigación



Fuente. Hernández et al. (2010)

## Anexo 5. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Diseño
¿Cuál será la influencia de la muña ( <i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb.), cola de caballo ( <i>Equisetum arvense</i> L.), hierba luisa ( <i>Cymbopogon citratus</i> ) y maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ) sobre los polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión saborizada?	Determinar la influencia de la muña ( <i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb.), cola de caballo ( <i>Equisetum arvense</i> L.), hierba luisa ( <i>Cymbopogon citratus</i> ) y maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ) sobre los polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión saborizada.	La muña ( <i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb.), cola de caballo ( <i>Equisetum arvense</i> L.), hierba luisa ( <i>Cymbopogon citratus</i> ) y maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ) sobre los polifenoles totales y aceptabilidad sensorial de una infusión saborizada.	Tipo Experimental verdadero  Nivel Explicativo, predictivo y aplicativo  Diseño: Superficie de respuesta: (Diseño de mezclas simplex)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	
¿Cuál será la influencia del porcentaje de hojas de muña, ramas de cola de caballo, hojas de hierba luisa y pulpa de maracuyá sobre los polifenoles totales de una infusión?	Evaluar la influencia del porcentaje de hojas de muña, ramas de cola de caballo, hojas de hierba luisa y pulpa de maracuyá sobre los polifenoles totales de la infusión saborizada.	El porcentaje de hojas de muña, ramas de cola de caballo, hojas de hierba luisa y pulpa de maracuyá influirá sobre los polifenoles totales de la infusión saborizada	<b>X = variables de entrada o independientes</b> X1: Porcentaje de hojas de muña (%) X2: Porcentaje de ramas de cola de caballo (%) X3: Porcentaje de hojas de hierba luisa (%) X4: Porcentaje de pulpa de maracuyá (%)  <b>Y= variables de salida o dependientes</b> Y <sub>i</sub> : Polifenoles totales: (µg/ml) Y <sub>j</sub> : Aceptabilidad sensorial del color, olor, sabor y apariencia (escala hedónica no estructurada de 10 cm).
¿Cuál será la influencia del porcentaje de hojas de muña, ramas de cola de caballo, hojas de hierba luisa y pulpa de maracuyá sobre la aceptabilidad sensorial de una infusión?	Evaluar la influencia del porcentaje de hojas de muña, ramas de cola de caballo, hojas de hierba luisa y pulpa de maracuyá sobre la aceptabilidad sensorial de la infusión saborizada.	El porcentaje de hojas de muña, ramas de cola de caballo, hojas de hierba luisa y pulpa de maracuyá influirá sobre la aceptabilidad sensorial de la infusión saborizada.	
¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y microbiológicas de la infusión saborizada optimizada?	Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la infusión saborizada optimizada.	Es posible caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente la infusión saborizada optimizada.	



Fuente: Elaboración propia (2015)

## Anexo 6. Análisis estadístico

### a) Regresión para mezclas: Polifenoles totales vs muña, cola de caballo, hierba luisa y maracuyá

Termino	Coficiente	Error estándar	t(4)	p-valor
Muña	198,0072	60,4822	3,273809	<b>0,030679</b>
Cola de caballo	213,9478	41,5109	5,154019	<b>0,006726</b>
Hierba luisa	143,1529	60,4822	2,366859	0,077084
Maracuyá	154,5797	25,0787	6,163781	<b>0,003517</b>
Muña*Hierba	111,919	231,9841	0,482443	0,654704
Muña*Cola	102,12	141,3133	0,72265	0,509888
Muña*Maracuyá	264,3066	176,2044	1,5	0,208
Hierba luisa* Cola de caballo	23,7971	141,3133	0,1684	0,874441
Hierba luisa* maracuyá	121,6617	176,2044	0,690458	0,527881

R<sup>2</sup>. = 0,89679

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F exp	p-valor
Modelo	7259,812	8	907,4765	4,3444	<b>0,086193</b>
Total error	835,537	4	208,8842		
Falta de ajuste	458,511	3	152,837	0,405375	0,7857
Error puro	377,026	1	377,0258		
Total	8095,348	12	674,6124		

Coficientes de regresión estimados para Polifenoles totales (cantidades del componente)

Y1 Polifenoles totales (ug/ml) = 0,300547.Muña + 1,62542\*Cola de caballo -0,380287. Hierba luisa -3,92208\*Maracuyá + 0,0699494. Muña\*Hierba luisa + 0,063825Muña\*Cola de caballo + 0,165192Muña\*Maracuyá + 0,0148732.Hierba luisa\*Cola de caballo + 0,0760385\*.Hierba luisa\*Maracuyá

a.1) Regresión ajustada para mezclas: Polifenoles totales vs muña, cola de caballo, hierba luisa y maracuyá

Termino	Coficiente	Error estándar	t(4)	p-valor
Muña	222,8535	45,9984	4,844812	0,004695
Cola de caballo	198,749	33,3012	5,968217	0,001891
Hierba luisa	181,067	23,9904	7,547493	0,000647
Maracuyá	166,8794	16,7033	9,990826	0,000172
Muña*Hierba	-19,6467	125,2023	-0,15692	0,881448
Muña*Cola	72,2329	127,2871	0,567481	0,594918
Muña*Maracuyá	179,7789	119,916	1,499207	0,194101
Hierba luisa* Cola de caballo	-36,301	105,339	-0,344611	0,744408

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F exp	p-valor
Modelo	7160,23	7	1022,89	5,469307	0,039783
Total error	935,119	5	187,024		
Falta de ajuste	558,093	4	139,523	0,370063	0,824448
Error puro	377,026	1	377,026		
Total	8095,348	12	674,612		

$R^2 = 0,884486934$

Y1 Polifenoles totales (ug/ml) = 2,20102.Muña + 1,51753.Cola de caballo+ 2,05734.Hierba luisa -1,52682. Maracuyá -0,01228.Muña\*hierba luisa + 0,04515.Muña\*cola de caballo + 0,11236.Muña\*maracuyá - 0,02269.Hierba luisa\*cola de caballo

b) Regresión para mezclas: Color vs muña, hierba luisa y maracuyá

Modelo completo

Termino	Coficiente	Error estándar	t(4)	p
Muña	7,6286	1,813112	4,20746	<b>0,013614</b>
Cola de caballo	6,10293	1,244396	4,90433	<b>0,008019</b>
Hierba luisa	6,7619	1,813112	3,72944	<b>0,020307</b>
Maracuyá	3,0934	0,7518	4,11466	<b>0,014676</b>
Muña*hierba luisa	-7,97026	6,954328	-1,14609	0,315662
Muña*cola de caballo	-5,19177	4,236235	-1,22556	0,287588
Muña*maracuyá	-1,60692	5,282185	-0,30421	0,776134
Hierba luisa*cola de caballo	-4,80205	4,236235	-1,13357	0,320311
Hierba luisa*maracuyá	-0,37106	5,282185	-0,07025	0,947368

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F exp	p-valor
Modelo	5,816509	8	0,727064	3,873228	<b>0,103313</b>
Total error	0,750861	4	0,187715		
Falta de ajuste	0,719611	3	0,23987	7,675847	0,257937
Error puro	0,03125	1	0,03125		
Total	6,567369	12	0,547281		

### Modelo ajustado

Termino	Coficiente	Error estándar	t(4)	p
Muña	7,55282	1,304237	5,79099	0,002162
Cola de caballo	6,14929	0,944223	6,51254	0,001275
Hierba luisa	6,64626	0,680222	9,77072	0,000191
Maracuyá	3,05588	0,473604	6,4524	0,00133
Muña*hierba luisa	-7,56899	3,549984	-2,13212	0,086173
Muña*cola de caballo	-5,10062	3,609096	-1,41327	0,216699
Muña*maracuyá	-1,34911	3,400096	-0,39679	0,707895
Hierba luisa*cola de caballo	-4,61875	2,986781	-1,5464	0,182677

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F exp	p-valor
Modelo	5,815582	7	0,830797	5,525485	0,038971
Total error	0,751787	5	0,150357		
Falta de ajuste	0,720537	4	0,180134	5,764296	0,301585
Error puro	0,03125	1	0,03125		
Total	6,567369	12	0,547281		

R<sup>2</sup>=0,88553; Adj: 0,7252

Coficientes de regresión estimados para Color (cantidades del componente)

Y color = 0,188777.muña + 0,167133.cola de caballo + 0,160391.hierba luisa - 0,040987.maracuya - 0,004731.muña\*hierba luisa - 0,003188.muña\*cola de caballo - 0,000843muña\*maracuya - 0,002887.hierba luisa\*cola de caballo

c) Regresión para mezclas: olor vs muña, hierba luisa y maracuyá

	Coeff.	Std.Err.	t(4)	p
Muña	8,7385	1,819503	4,80271	0,008631
Cola de caballo	6,1568	1,248782	4,93024	0,007872
Hierba luisa	5,9631	1,819503	3,27732	0,030578
Maracuyá	4,6162	0,75445	6,11862	0,003613
Muña*Hierba luisa	-9,4284	6,978841	-1,351	0,248057
Muña*Cola de caballo	-10,462	4,251167	-2,46097	0,069619
Muña*Maracuyá	-6,0568	5,300804	-1,14262	0,316943
Hierba luisa*Cola de caballo	-3,6517	4,251167	-0,85899	0,438773
Hierba luisa*Maracuyá	-0,2142	5,300804	-0,04041	0,969702

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F exp	p-valor
Modelo	1,476067	8	0,184508	0,976024	0,549746
Total Error	0,756163	4	0,189041		
Falta de ajuste	0,518113	3	0,172704	0,725496	0,674902
Error puro	0,23805	1	0,23805		
Total	2,232231	12	0,186019		

R<sup>2</sup>=0,66125; Adj:0.

Coefficientes de regresión estimados para olor (cantidades del componente)

Y olor = 0,259297.Muña + 0,21634. Cola de caballo+ 0,150371.Hierba luisa + 0,055282. Maracuyá -0,005893. Muña\*Hierba luisa -0,006539 Muña\*Cola de caballo - 0,003785.Muña\*Maracuyá -0,002282.Hierba luisa\*Cola de caballo - 0,000134Hierba luisa\*Maracuyá

d) Regresión para mezclas: sabor vs. muña, hierba luisa, cola de caballo y maracuyá

Termino	Coeff.	Std.Err.	t(4)	p
Muña	5,15998	2,197179	2,34846	0,078648
Cola de caballo	7,21238	1,507993	4,78277	0,008758
Hierba luisa	7,28278	2,197179	3,31461	0,029527
Maracuyá	4,34258	0,911051	4,76655	0,008862
Muña*Hierba luisa	-3,08449	8,427444	-0,36601	0,732897
Muña*Cola de caballo	-1,07154	5,133585	-0,20873	0,844856
Muña*Maracuyá	4,35775	6,401096	0,68078	0,533378
Hierba luisa*Cola de caballo	-6,83337	5,133585	-1,33111	0,253954
Hierba luisa*Maracuyá	-1,03103	6,401096	-0,16107	0,879845

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F exp	p-valor
Modelo	1,431773	8	0,178972	0,649237	0,720893
Total Error	1,102658	4	0,275664		
Falta de ajuste	0,641858	3	0,213953	0,464307	0,761485
Error puro	0,4608	1	0,4608		
Total	2,534431	12	0,211203		

R<sup>2</sup>=0,56493; Adj:0.

Coeficientes de regresión estimados para Sabor (cantidades del componente)

$$Y_{\text{sabor}} = 0,059089 \cdot \text{Muña} + 0,195987 \cdot \text{Cola de caballo} + 0,147004 \cdot \text{Hierba luisa} - 0,051252 \cdot \text{Maracuyá} - 0,001928 \cdot \text{Muña*Hierba luisa} - 0,00067 \cdot \text{Muña*Cola de caballo} + 0,002724 \cdot \text{Muña*Maracuyá} - 0,004271 \cdot \text{Hierba luisa*Cola de caballo} - 0,000644 \cdot \text{Hierba luisa*Maracuyá}$$

e) Regresión para mezclas: apariencia vs. muña, hierba luisa y maracuyá

	Coeficiente	Error estandar	t(4)	p
Muña	10,9589	1,172302	9,34815	0,000729
Cola de caballo	5,4498	0,804588	6,77338	0,002479
Hierba luisa	11,2084	1,172302	9,56105	0,000669
Maracuyá	4,6337	0,48609	9,53253	0,000676
Muña*hierba luisa	-20,5792	4,496454	-4,57676	0,010208
Muña*cola de caballo	-9,2492	2,739019	-3,37683	0,027867
Muña*maracuyá	-10,4244	3,415298	-3,05228	0,037944
Hierba luisa*cola de caballo	-10,216	2,739019	-3,72982	0,0203
Hierba luisa*maracuyá	-11,1422	3,415298	-3,26245	0,031009

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F exp	p-valor
Modelo	8,825778	8	1,103222	14,05833	0,011006
Total Error	0,313898	4	0,078475		
Falta de ajuste	0,268898	3	0,089633	1,99184	0,470303
Error puro	0,045	1	0,045		
Total	9,139677	12	0,76164		

$R^2=0,96566$ ; Adj: 0,896

Coeficientes de regresión estimados para Apariencia (cantidades del componente)

Y apariencia = 0,393408. Muña + 0,176795cola de caballo + 0,404912hierba luisa + 0,189227.maracuya - 0,012862 .muña\*hierba luisa -0,005781.muña\*cola de caballo -0,006515.muña\*maracuyá - 0,006385.hierba luisa\*cola de caballo - 0,006964.hierba luisa\*maracuyá

Anexo 7. Análisis comparativo con muestras comerciales

J	COLOR			APARIENCIA			OLOR			SABOR		
	Leaf Tea	Drink T	I. óptima	Leaf Tea	Drink T	I. óptima	Leaf Tea	Drink T	I. óptima	Leaf Tea	Drink T	I. óptima
1	5,7	6,5	3,8	5,3	6,1	2	5,4	3,7	4,6	3	2,5	6,4
2	5,8	5	1,8	6	5	1,3	5,1	6,3	6,3	4,2	1,1	7,1
3	8,6	9,5	5,2	9	9,4	5,3	8,3	8	4,7	7,7	9,2	6
4	6,7	8,4	4	8,8	6	1,1	7	7,2	3,2	6,8	8,4	3,5
5	5	9,3	1,2	4	7,3	0,4	6,2	3	2	5,6	2,5	6,2
6	5,7	7,3	2,5	5,5	7,5	0,7	6,2	5,4	4	5,8	7,1	4
7	5,4	9,3	7	5,8	9,1	8,2	7,4	6,8	5,8	6,6	8,9	7,7
8	5,5	6,9	5,2	5,6	6,7	4,2	6,2	3,8	4,5	4,4	5,8	5,3
9	6,8	5,4	4,3	6	5,4	3,4	5,3	5,2	2	4	2	3,8
10	8	7,2	5	7,5	6,7	5,8	5,6	5	5,4	3,9	4,6	5
	<b>6,32</b>	<b>7,48</b>	<b>4</b>	<b>6,35</b>	<b>6,92</b>	<b>3,24</b>	<b>6,27</b>	<b>5,44</b>	<b>4,25</b>	<b>5,2</b>	<b>5,21</b>	<b>5,5</b>

ANÁLISIS DE VARIANZA COLOR

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
Muestras	62,7946667	2	31,3973	13,231	<b>0,000</b>
Error	64,072	27	2,37304		
Total	126,866667	29			

#### ANÁLISIS DE VARIANZA APARIENCIA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
Muestras	78,4647	2	39,23233	10,3298	<b>0,00</b>
Error	102,545	27	3,797963		
Total	181,01	29			


#### ANÁLISIS DE VARIANZA OLOR

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
Muestras	20,618	2	10,309	5,22906256	<b>0,01</b>
Error	53,23	27	1,97148148		
Total	73,848	29			

#### ANÁLISIS DE VARIANZA SABOR

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
Muestras	0,58066667	2	0,29033333	0,06262733	<b>0,94</b>
Error	125,169	27	4,63588889		
Total	125,749667	29			

## Anexo 8. Informes de ensayos



### CERTILAB

#### INFORME DE ENSAYO

Nº N3624 - 2015

**Solicitante:** *LUQUE LLANOS CAROLINA MIRELLA*

**Dirección:** *Eleodoro Camacho Nº 1042 Mz. "U" Lte. 9 - Alto de la Alianza - Tacna - Tacna*

**Solicitud de Ensayo Nº:** *2359-2015/N*

**Nombre del Producto:** *JUGO DE MARACUYÁ*

**Características de la muestra:** *F.P.: 02/12/15*  
(proporcionado por el solicitante)

**Cantidad recibida:** *600 mL.*

**Presentación:** *A granel en 01 botella de plástico transparente, cerrada.*

**Fecha de recepción:** *07 de diciembre de 2015*

**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 08 al 14 de diciembre de 2015*

---

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Humedad	89,09	g/100g
02	Proteínas	0,36	g/100g
03	Grasa	0,00	g/100g
04	Cenizas	0,73	g/100g
05	Fibra cruda	0,00	g/100g
06	Carbohidratos	9,82	g/100g
07	Energía total	40,72	Kcal/100g


**Métodos de ensayo utilizados:**

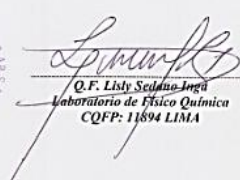
01. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 205. 1986 Moisture.
02. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 221-223. 1986 Crude protein.
03. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 212. 1986 Fat.
04. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 228-229. 1986 Ash
05. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 230. 1986 Crude fiber.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona únicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

---

San Miguel, 14 de diciembre de 2015





**Q.F. Lisy Scelina Jara**  
Laboratorio de Físico Química  
CQFP: 11894 LIMA

Informe de Ensayo Nº N3624-2015

Pág. 1 de 1

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.**  
Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-5062 Telefax: 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann" – Tacna  
**FACULTAD DE CIENCIAS**



Escuela Académico Profesional de: Biología-Microbiología y Física Aplicada

**FORMATO DE INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO**

**I. DATOS DEL SOLICITANTE**

Usuario / Empresa : Carolina Luque Llanos – DNI 70024413  
Dirección : Alto de la Alianza Eleodoro Camacho N° 1042 Mz U  
Lote 09.

**II. DATOS DEL MUESTREO**

Distrito : Tacna  
Provincia / Dpto. : Tacna/Tacna  
Fecha y Hora : Martes, 15 de Diciembre del 2015 / 11:16 a. m.  
Lugar de muestreo : La muestra fue traída al laboratorio por la solicitante

**III. PERSONA QUE REALIZÓ LOS ANÁLISIS**

Microbiólogo César Julio Cáceda Quiroz  
Jefe del laboratorio de Microbiología – U.N.J.B.G., Facultad de Ciencias - Tacna

**IV. DATOS DE LA MUESTRA**

Producto : Infusión (Muña, Hierba Luisa, Cola de Caballo y Maracuyá)  
Tamaño – Muestra : 500 mililitros (aproximadamente)  
Transporte de Muestra : La botella descartable, de segundo uso  
Análisis solicitado : Enumeración de mohos, *E. coli*.

**V. RESULTADO DE ENSAYO**

CONTROL MICROBIOLÓGICO	RESULTADO	REQUISITO MICROBIOLÓGICO (Según R.M. N° 1020-2010/MINSA)
Enumeración de mohos :	< $1 \times 10^1$ ufp/ml. (Ausencia)	$1 \times 10^2$ ufp/ml.
Enumeración Enterobacteriaceas	< $1 \times 10^1$ gérmenes/g (Ausencia)	$1 \times 10^2$ gérmenes/g.

**VI. MÉTODO DE ENSAYO**

I.C.M.S.F. 2000. Microbiología de los Alimentos. Volumen I.

**VII. CONCLUSIÓN**

La muestra analizada **si cumple** con los requisitos microbiológicos de la Norma Sanitaria sobre: "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01, Lima-Perú), según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA del 27 de agosto del 2008. En consecuencia es **APTO** para el consumo humano.

Tacna, 22 de diciembre del 2015

  
Dr. CÉSAR JULIO CÁCEDA QUIROZ  
Jefe De Laboratorio De Microbiología  
FACI - UNJBG

Ciudad Universitaria Av. Miraflores s/n  
Apartado 316 Teléfono:052-583000 Anexo: 2102 - Fax: 2101