

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias**

**EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE UN NÉCTAR A BASE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*),  
MARACUYÁ AMARILLA (*Passiflora edulis*) Y STEVIA (*Stevia rebaudiana*) EN FUNCIÓN  
DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES**

**TESIS**

**Presentada:**

**Bach. Marilia Olinda Caxi Suaña**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TACNA – PERÚ  
2013**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias**

**EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE UN NÉCTAR A BASE  
DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*), MARACUYÁ AMARILLA  
(*Passiflora edulis*) Y STEVIA (*Stevia rebaudiana*) EN FUNCIÓN  
DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y  
SENSORIALES**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de mayo del 2013 estando conformado el jurado calificador por:

PRESIDENTE:

-----

Dra. LILIANA LANCHIPA BERGAMINI

SECRETARIO:

-----

Mgr. NICOLÁS SEQUEIROS FLORES

VOCAL:

-----

Msc. MARCIAL CASTILLO COHAILA

ASESOR:

-----

Mg. YOLANDA SOSA GUTIERREZ

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar siempre conmigo, guiar mi camino, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, quien ha estado a mi lado dándome las fuerzas necesarias para vencer los obstáculos y así alcanzar mis sueños y metas.

En memoria de mi padre Julián, quién en toda su vida me apoyo en mis logros, en todo, de lo cual me siento gratificada eternamente. Que ahora no estando conmigo lo llevo siempre en mi corazón y mente, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. Y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre Dionisia, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado siempre su cariño y apoyo incondicional, quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga, doy gracias a Dios por tenerla a mi lado.

A mi hermana Yda, por haberme brindado su apoyo incondicional y comprensión en toda mi carrera profesional.

A mi asesora Yolanda Sosa, por su apoyo y orientación brindada para el desarrollo del presente trabajo, así mismo por darme sus consejos y orientaciones para la realización de la tesis.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo de tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 El Yacón.....	5
2.1.1 Descripción botánica del yacón.....	6
2.1.2 Composición química de las raíces.....	7
2.1.3 Dosis de consumo.....	8
2.1.4 Efecto de los fructooligosacáridos sobre la salud...	9
2.2 La Maracuyá.....	10
2.2.1 Descripción botánica.....	11
2.2.2 Maracuyá amarilla ( <i>P. edulis</i> ) variedad flavicarpa...	11
2.2.3 Composición química.....	13

2.2.4	Bondades de la maracuyá.....	14
2.3	La Stevia.....	14
2.3.1	Composición de la stevia.....	15
2.3.2	Consumo.....	16
2.3.3	Características del steviósido en solución.....	18
2.4	Néctares.....	19
2.4.1	Algunos trabajos de investigación.....	20
2.4.2	Defectos en la elaboración de néctares.....	23
2.5	Alimentos funcionales.....	24
2.6	Los prebióticos.....	25
2.7	Tratamiento térmico.....	26
2.8	El Diseño de mezclas.....	27
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1	Lugar de ejecución.....	30
3.2	Materiales.....	30
3.2.1	Materias primas e insumos.....	30
3.2.2	Equipos, materiales e insumos para la elaboración del néctar.....	31
3.2.3	Materiales de vidrio y equipos.....	32
3.2.4	Reactivos.....	34

3.3	Método empleado.....	36
3.4	Métodos de análisis.....	39
3.4.1	Para la materia prima (yacón).....	39
3.4.2	Para el producto terminado.....	40
3.5	Diseño experimental.....	41
3.6	Instrumentos de investigación.....	42
3.7	Procesamiento estadístico.....	43
IV.	HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	44
4.1.	Formulación de la hipótesis.....	44
4.2.	Identificación de variables e indicadores.....	44
4.2.1.	Variables.....	44
4.2.2.	Indicadores.....	44
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	45
5.1.	Análisis de las materias primas.....	45
5.1.1	Análisis proximal del yacón.....	46
5.1.2	Análisis fisicoquímico de la maracuyá.....	47
5.2	Análisis sensorial del néctar.....	48
5.2.1	Evaluación del color.....	50
5.2.2	Evaluación de olor.....	51
5.2.3	Evaluación del sabor.....	52

5.3	Determinación y análisis del tratamiento óptimo....	54
5.4	Evaluación de la vida útil.....	56
5.4.1	Evaluación de la aceptabilidad sensorial.....	56
5.4.2	Evaluación de las características fisicoquímicas.....	59
5.5	El producto final.....	60
5.5.1	Análisis proximal del producto final.....	62
5.5.2	Análisis microbiológico del producto final.....	63
5.5.3	Evaluación sensorial del producto final.....	65
5.5.3	Balance de materia del producto final.....	66
VI.	CONCLUSIONES.....	68
VII.	RECOMENDACIONES.....	70
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	ANEXOS.....	77

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>página</b>
Cuadro 1. Composición química de los constituyentes de la raíz fresca de yacón (%).....	7
Cuadro 2. Valor calórico y poder edulcorante de los fructooligosacáridos (FOS) en comparación con azúcares comunes y algunos edulcorantes sintéticos.....	10
Cuadro 3. Constitución promedio de la maracuyá.....	12
Cuadro 4. Valor nutritivo de 0,01 kg de jugo de maracuyá amarilla.....	13
Cuadro 5. Diseño de mezclas de vértices extremos para las condiciones experimentales de las variables en estudio.....	42
Cuadro 6. Composición proximal de la raíz de yacón utilizada para la elaboración del néctar.....	46
Cuadro 7. Resultados fisicoquímicos de la pulpa de la maracuyá.....	47
Cuadro 8. Diseño experimental según delineamiento de mezclas, para el estudio de las mezclas de	49

	agua, pulpa de yacón, maracuyá y stevia en polvo.....	49
Cuadro 9.	Optimización numérica de los factores en estudio para el proceso de elaboración de del néctar.....	54
Cuadro 10.	Evolución del los atributos sensoriales durante el tiempo de almacenamiento.....	57
Cuadro 11	Características fisicoquímicas del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	62
Cuadro 12.	Numeración de hongos y levaduras, recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales en el néctar pasteurizado y sin pasteurizar, durante el almacenamiento a temperatura de refrigeración.....	64
Cuadro 13.	Balance de materia del producto final optimizado.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>página</b>
Figura 1. Raíces de yacón ( <i>Smallanthus Sonchifolius</i> )....	5
Figura 2. Maracuyá amarilla ( <i>Passiflora edulis</i> ) variedad flavicarpa Degener.....	12
Figura 3. Stevia; hojas y cristales.....	15
Figura 4: Correlación de grados Brix entre steviósidos en agua y de extracción de hojas.....	19
Figura 5. Región experimental para un diseño de mezclas de 3 factores.....	29
Figura 6. Flujo de elaboración de néctar funcional a base de yacón, maracuyá y stevia.....	36
Figura 7. Diseño experimental para la obtención del néctar funcional a base de Yacón, maracuyá y stevia.....	41
Figura 08. Yacón y pulpa de maracuyá.....	45
Figura 09. Muestras de néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	48
Figura 10. Diagrama de curvas de nivel y superficie de respuesta del modelo lineal relativo al color del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	50

Figura 11. Diagrama de curvas de nivel y superficie de respuesta del modelo lineal relativo al olor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	51
Figura 12. Diagrama de curvas de nivel y superficie de respuesta del modelo lineal relativo al sabor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	53
Figura 13. Optimización por la metodología de la función deseada del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	55
Figura 14. Variación de la aceptabilidad sensorial del néctar durante el tiempo de almacenamiento...	58
Figura 15. Variación del pH y acidez titulable del néctar durante el tiempo de almacenamiento.....	59
Figura 16. Flujo definitivo para la elaboración de néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	61
Figura 17. Recuento microbiológico en muestras; pasteurizadas y sin pasteurizar.....	63
Figura 18. Comparación de atributos entre la muestra de néctar optimizado y la muestra comercial.....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
Anexo 1. Elaboración del néctar de maracuyá, yacón y stevia.....	77
Anexo 2. Cartilla de evaluación, de preferencia según escala hedónica de 9 puntos.....	81
Anexo 3. Resultados de la cartilla de análisis sensorial del néctar.	82
Anexo 4. Resultados de la cartilla de análisis sensorial del néctar para la vida útil.....	84
Anexo5. Busca de experimentos según diseño para mezclas.....	85
Anexo 6. Análisis estadístico para la aceptabilidad del color del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	88
Anexo 7. Análisis estadístico para la aceptabilidad del olor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	89
Anexo 8. Análisis estadístico para la aceptabilidad del sabor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.....	90
Anexo 9. Evaluación de aceptabilidad comparativa del néctar optimizado con un producto comercial.....	91
Anexo 10. Requisitos generales de los néctares.....	92
Anexo 11. NTS N° - MINSA/DIGESA-V.01 Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad	

	sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.....	96
Anexo 12.	Norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas (CODEX STAN 247-2005).....	97

## RESUMEN

El presente trabajo se propuso; evaluar la vida útil de un néctar a base de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), Maracuyá amarilla (*Passiflora edulis*) y Stevia (*Stevia rebaudiana*) en función de las características fisicoquímicas y sensoriales. Se empleó la metodología de Superficie de Respuesta (MSR) con un diseño de mezcla de 8 tratamientos para las variables cuantitativas: Yacón, maracuyá, stevia y agua. La mezcla óptima del néctar resultó: yacón (30%), pulpa de maracuyá (15 %), agua (54,9%) y stevia (0,08%); de esta mezcla resultó un néctar con una aceptabilidad del color =8,81; textura =7,57; olor =7,57 y sabor =7,21, es un alimento del tipo ácido (pH= 4), los análisis microbiológicos confirman su inocuidad. La vida útil del néctar optimizado se estableció en 45 días de almacenamiento. Del análisis de materias primas: el yacón resalta por su humedad (84 %) y la maracuyá por su acidez (3,82 %).

## I. INTRODUCCIÓN

La inquietud por efectuar una investigación de carácter experimental, es debido a que al consumo del yacón, un alimento nativo peruano y de amplio consumo popular en la zona de la sierra, se le otorga propiedades tales que, permite la prevención de diversas enfermedades.

Esta iniciativa surgió como respuesta a encontrar una solución a las dificultades en el consumo de productos naturales y al gran aporte de nutrientes, dándole un valor agregado a venta de este producto. Es de gran importancia dar a conocer a la comunidad acerca del yacón, ya que puede ser una gran alternativa para la prevención de enfermedades, así mismo resaltar los beneficios que aporta la maracuyá como ser un alto contenido de carotenoides, esenciales para el metabolismo y la stevia que destaca por ser un edulcorante natural sin aporte de calorías. Hoy en día, la población reconoce en mayor medida, que llevar un estilo de vida sano, incluida la dieta, puede contribuir a reducir el riesgo de padecer enfermedades y dolencias.

Existen una gran variedad de alimentos funcionales a disposición del consumidor, y elaborar un néctar a base de yacón, maracuyá y endulzado con stevia es una propuesta para aprovechar sus propiedades funcionales.

Dada la demanda de alimentos denominados funcionales es importante aportar con nuevas formas de presentación como ser el néctar para su consumo, con características organolépticas que sean del agrado del consumidor. Por ello se pretende aprovechar las reconocidas propiedades funcionales del yacón y de la stevia que conjuntamente con la maracuyá, se elaborará un producto al cual se busca optimizar su aceptación bajo condiciones de escala de laboratorio.

Por tal razón, los objetivos propuestos para el presente estudio son los siguientes:

### **Objetivo General**

Evaluar la vida útil de un néctar a base de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), Maracuyá amarilla (*Passiflora edulis*) y Stevia (*Stevia rebaudiana*) en función de las características fisicoquímicas y sensoriales.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la influencia del yacón, maracuyá amarilla y stevia en la aceptabilidad de los atributos sensoriales del néctar.
- Determinar la formulación óptima del néctar de yacón, maracuyá y stevia con mayor aceptabilidad.
- Evaluar la vida útil del néctar optimizado en función de las características fisicoquímicas y sensoriales.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 El Yacón

El Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) es una planta cultivada antiguamente por los incas en los Andes del Perú, era cultivada en grandes extensiones por constituir parte de la dieta alimentaria y medicinal. Crece desde el nivel del mar hasta los 3600 m de altitud. También conocido como Aricoma, Jicoma, Yacón (Perú, Bolivia y Ecuador) es una planta originaria de la vertiente oriental de los Andes del Perú, expandiéndose su cultivo a otras zonas agro ecológicas tropicales altas. Y se ha mantenido gracias a su diversidad cultural y ecológica. Estos cultivos están fuertemente ligados a sus tradiciones y las condiciones topográficas de los Andes. En casi todos los departamentos del Perú se siembra yacón, siendo Amazonas, Cajamarca, Oxapampa, Huánuco y Puno los lugares con mayor área sembrada. En Bolivia y Ecuador su cultivo es menor y se destina principalmente al autoconsumo. En Argentina se siembra sólo en las provincias norteañas de Jujuy y Salta. Fuera de los Andes, Brasil (Sao Paulo) y Japón (con 100 ha) son los países con mayor área de cultivo.

Los tubérculos son fusiformes (Figura 1), pero a menudo adquieren formas irregulares debido al contacto con piedras del suelo o por la presión de las raíces vecinas; y su cáscara varía de color canela al marrón oscuro. Estos tubérculos o raíces comestibles se caracterizan por tener una pulpa crema o amarillo-naranja, algunas de ellas presentan estrías de color púrpura, es muy jugosa y con un leve sabor dulce.



**Figura 1. Raíces de Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*).**

Fuente: Seminario, Valderrama y Manrique (2003).

### 2.1.1 Descripción botánica del yacón

Según Espinoza (2002), la posición taxonómica es la siguiente:

- División : fanerógamas o antofitas
- Subdivisión : angiospermas
- Clase : dicotiledóneas
- Sub clase : simpétalas
- Orden : campanulales
- Familia : compositae o asteraceae
- Sub familia : asteroidea
- Género : smallanthus
- Especie : sonchifolius
- Nombre científico : *Smallanthus sonchifolius* h.  
*robinson*
- Nombres vernaculares: Yacón, en aymará se le denomina aricoma o aricama, y en quechua, llacón, llacún y llacuma.

### 2.1.2 Composición química de las raíces

El yacón es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua. Entre el 80 y 90 % del peso fresco de las raíces es agua. Los carbohidratos constituyen aproximadamente el 90 % del peso

seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70 % son fructo-oligosacáridos (FOS). El resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructosa y glucosa, “tal como se observa en el cuadro 1” (Hermann *et al.* 1999).

**Cuadro 1:** Composición química de los constituyentes de la raíz fresca de yacón (%).

COMPONENTE	Morfotipos o variedades			promedio <sup>4</sup>
	SAL 136 <sup>1</sup>	AKW 5075 <sup>2</sup>	ARB 5075 <sup>3</sup>	
Humedad	86,4	90,2	88,5	88,00
Carbohidratos Totales:	12,7	8,9	10,5	10,60
<b>FOS</b>	<b>8,90</b>	<b>3,10</b>	<b>6,10</b>	<b>6,20</b>
Glucosa Libre	0,28	0,23	0,45	0,34
Fructosa Libre	0,46	2,11	0,75	0,85
Sacarosa Libre	1,20	1,90	1,40	1,40
Proteína	0,330	0,35	0,49	0,370
Lípidos	0,019	0,029	0,031	0,024
Fibra	0,360	0,350	0,370	0,360
Potasio	0,286	0,197	0,199	0,228

<sup>(1,2,3)</sup>Son la codificación de 3 morfotipos de yacón de Cajamarca – Perú.  
<sup>(4)</sup>Es el promedio de 10 cultivares de yacón procedente de Perú, Bolivia, Ecuador y Argentina.

Fuente: Hermann *et al.* 1999.

Las raíces reservantes acumulan, además, cantidades significativas de potasio, compuestos polifenólicos derivados del ácido cafeico, sustancias antioxidantes como ácido clorogénico y triptófano y varias fitoalexinas con actividad fungicida. El contenido de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales es bastante bajo. Los FOS, llamados también

oligofructanos u oligofructosa, forman parte de una clase particular de azúcares, conocidos con el nombre de fructanos. La estructura principal de los fructanos es un esqueleto de unidades de fructosa unidas por enlaces glucosídicos  $\beta$  (2,1) y/o  $\beta$  (2,6). Es usual encontrar, adicionalmente, una molécula de glucosa al inicio de la cadena de cada fructano. Existen diversos tipos de fructanos, pero desde el punto de vista nutricional y de uso en la industria alimentaria se reconocen a los fructooligosacáridos y a la inulina como los más importantes (Hernann *et al.* 1999).

### **2.1.3 Dosis de consumo**

Se sabe que dosis elevadas de consumo de FOS ocasionan flatulencia, presión abdominal y diarrea. Sin embargo la mayoría de estudios científicos concuerdan en que dosis inferiores a 20 g FOS/día no desencadenan estos efectos colaterales indeseables. Por regla general se asume que el consumo diario de FOS no debe exceder de 0,3 y 0,4 g por cada kilogramo de peso corporal en hombres y mujeres, respectivamente. Dosis superiores a 20 g de FOS/día pueden producir flatulencia y presión abdominal, y dosis por encima de 50 g frecuentemente ocasionan diarrea. Asumiendo que los FOS representan el 50% de la composición química del jarabe de yacón, se podría recomendar una dosis máxima de

consumo de 40 g de jarabe/día, sin correr gran riesgo de sufrir cualquier efecto secundario indeseado asociado al consumo de FOS (Manrique, 2003).

#### **2.1.4 Efecto de los fructooligosacáridos sobre la salud**

La mayoría de propiedades atribuidas a los FOS han sido comprobadas sólo con roedores (ratas y hámsteres). Los estudios realizados en seres humanos son escasos, y contradictorios. Sin embargo, la evidencia científica disponible sustenta el reconocimiento de los FOS como fibra dietética y como prebiótico (Seminario *et. al*, 2003).

Un prebiótico, son sustancias no digeribles que brindan un efecto fisiológico beneficioso al huésped, estimulando selectivamente el crecimiento favorable o la actividad de un número limitado de bacterias autóctonas. Los probióticos son los microorganismos vivos que, al administrarse en cantidades adecuadas, confieren un beneficio a la salud al huésped (Organización Mundial de Gastroenterología, 2008).

“Tal como se observa en el cuadro 2”, se muestra el valor calórico y poder edulcorante de los fructooligosacáridos (FOS) en comparación con azúcares comunes y algunos edulcorantes sintéticos.

**Cuadro 2:** Valor calórico y poder edulcorante de los fructooligosacáridos (FOS) en comparación con azúcares comunes y algunos edulcorantes sintéticos.

Azúcar	Origen	Contenido calorías (kcal/g)	Poder edulcorante
FOS	Natural	1 – 1,5	0,3
Glucosa	Natural	4	0,7
Fructosa	Natural	4	1,7
Sacarosa	Natural	4	1
Esteviósidos	Natural	0	30 - 320
Aspartame	Natural	0	200
Sacarina	Natural	0	300 – 500
Sucralosa	Natural	0	600

Fuente: Seminario, Valderrama y Manrique (2003).

Con la finalidad de hacer efectiva la comparación, se asigna el valor de 1 al poder edulcorante de la sacarosa o azúcar de mesa.

## 2.2 La Maracuyá

La especie *Passiflora edulissims* es la principal enredadora leñosa perenne de la región tropical del Norte y Sur de América hay 400 especies de passiflora y más o menos 50 a 68 son comestibles; sin embargo unas pocas son apetitosas y tienen un valor comercial (Reina, 2006).

### 2.2.1 Descripción botánica

Según Reina, (2006):

- 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

### 2.2.2 Maracuyá amarilla (*P. edulis*) variedad flavicarpa

La Maracuyá amarilla (figura 2) 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 2. Maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* variedad *flavicarpa* Degener.**

Fuente: <http://amazonfoodperu.com/productos/productos.html>.

Esta variedad crece y se desarrolla muy bien en zonas bajas. Es más rústica y vigorosa que la Maracuyá púrpura. Un fruto maduro está constituido proporcionalmente (véase en el cuadro 3).

**Cuadro 3:** Constitución promedio de la maracuyá

<b>Componentes</b>	<b>porcentaje%</b>
Cáscara	50-60%
Jugo	30-40%
Semillas	10-15%

Fuente: Reina (2006).

El fruto alcanza su madurez después de 60-70 días de haber sido polinizado, y es clasificado como no climatérico, es decir, que con la concentración de azúcares que se colecta llega a su madurez total, cambiando únicamente el color de la cáscara (Reina, 2006).

### 2.2.3 Composición química

La maracuyá está compuesta de 50 a 60 % de cáscara, de 30 a 40% de jugo y de 10 a 15% de semilla. Es rico en ácido ascórbico, carotenos. El fruto madura cuando ha concentrado los azúcares en su totalidad y cambiado su color.

**Cuadro 4:** Valor nutritivo de 0,01 kg de jugo de maracuyá amarilla.

Componente	Cantidad
Valor energético	78 calorías
Humedad	85%
Proteínas	0,80%
Grasas	0,6 g
Hidratos de carbono	2,4 g
Fibra	0,2 g
Cenizas	Trazas
Calcio	5,0 mg
Hierro	0,3 mg
Fósforo	18,0 mg
Vitamina A activa	684 mg
Tiamina	trazas
Riboflavina	0,1 mg
Niacina	2,24 mg
Ácido ascórbico	20 mg

Fuente: IICA (2011).

Posee un alto contenido de carotenoides, esenciales para el metabolismo, crecimiento y para el buen funcionamiento del organismo. Además es una fuente de proteínas, carbohidratos, minerales y grasas. Tiene un valor energético de 78 calorías, compuesto por carbono, fósforo, hierro, vitamina A, Vitamina B2 (Rivoflavina), Vitamina C. Baja la presión arterial, se utiliza como tranquilizante (Véase cuadro 4).

#### **2.2.4 Bondades de la maracuyá**

El fruto de la pasión contiene polifenoles, estos tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. También es un efectivo energizante, por esta razón aumenta el metabolismo para la eliminación de las grasas depositadas en los tejidos, motivo por el cual es utilizado como un práctico adelgazante.

### **2.3 La Stevia**

La Stevia (figura 3) es una planta de hojas dulces, originaria de la flora sudamericana que se cultivan en los climas tropicales o templados de las laderas montañosas de la cuenca amazónica, Perú y Paraguay.



**Figura 3. Stevia; hojas y cristales.**

Fuente: <http://sanisimoenlared.com/sanisimohoy/?p=623>.

### **2.3.1 Composición de la stevia**

Mediante diversos análisis de laboratorio practicados en el azúcar de Stevia, han demostrado que es rica en: hierro, manganeso y cobalto. No contiene cafeína.

- Los cristales en estado de pureza:
  - Peso molecular = 804
  - Fórmula:  $C_{38} H_{60} O_{18}$
  - Funden a 238°C.
  - Mantiene su sabor estable a altas y bajas temperaturas.
  - No fermenta.
  - Es soluble en agua, alcohol etílico y metílico.

### **2.3.2 Consumo de la Stevia**

Según diversas fuentes la Stevia en su forma natural es 15 veces más dulce que el azúcar de mesa y su extracto rico en steviósido y rebaudiósido unas 200 veces más. Por otra parte su ingesta no afecta a los niveles de azúcar sanguíneo sino que los regula (Estevia, 2007).

Entre las conclusiones de la segunda reunión internacional de la Stevia (Asunción, Paraguay, 2006) se presentaron públicamente los resultados de los estudios requeridos por el Joint FAO/WHO Expert Comité on Food Aditives (JECFA), con objeto de lograr el status definitivo de los Steviol glucósidos, e iniciar las gestiones posteriores que permitan la apertura de la comercialización internacional de la Stevia en los países que aun hoy no está autorizada. Por otra parte se presentaron por parte de científicos de la Universidad de Aarhus (Dinamarca) las nuevas perspectivas muy prometedoras de los componentes de la Stevia en el tratamiento de la diabetes tipo-2, resultados que también se están constatando en afectados por esta enfermedad en España e incluso con casos del tipo-1. También se está avanzando en identificar sus propiedades como antiséptico bucal y antiinflamatorio. Y en Japón está muy extendido su uso, incluso como mejorante del suelo, plantas y animales. Durante el año 2007 se ha conseguido que la FAO y la OMS,

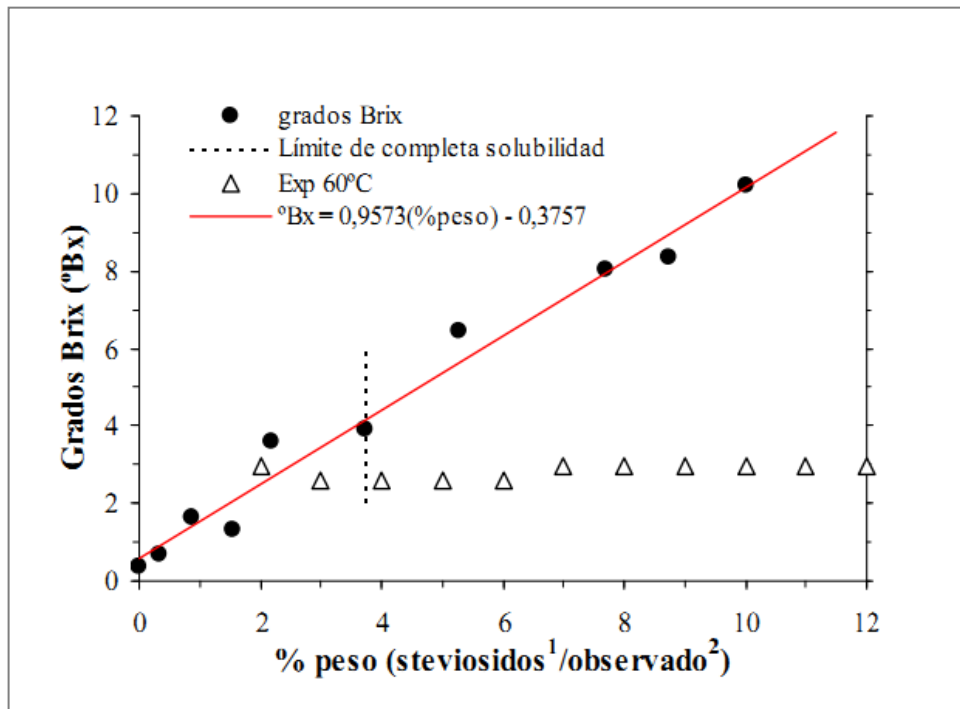
ante las determinaciones de inocuidad, incluyan a la Stevia en una lista temporal, como paso previo para el definitivo pasaje a su “Codex Alimentarius” De hecho el JECFA ya admitió la ingesta de hasta dos miligramos por kg y día de glicósidos de Steviol (calculados como Steviol), cantidad muy alta que abre una vía clara para el reconocimiento generalizado (Estevia, 2007).

El consumo de stevia a largo plazo es seguro en humanos y su consumo influye de manera favorable en los niveles de glucosa en sangre de los diabéticos y en los de presión arterial de los hipertensos. A su mismo su consumo no modifica otros parámetros (lípidos, función renal y hepática). Hasta el momento EEUU autoriza su comercialización en herboristerías y está bastante extendido su cultivo y se consume legalmente desde hace muchos años, en Japón, Corea del Sur, China, así como en gran parte de Latinoamérica (Brasil, Colombia, Argentina, Perú) y sobre todo en Paraguay, país originario de esta planta. En Europa no se admite su venta, aunque en Alemania su consumo es tolerado, siendo uno de los principales importadores y exportadores de Stevia del mundo (Estevia, 2007).

### **2.3.3 Características del steviósido en solución.**

Obtuvieron extracto de stevia con un color ámbar claro y traslúcido, con sabor dulce característico y sin aroma herbal. El contenido de steviósidos se aproximó por medio de comparación con una correlación realizada a steviósido comercial respecto de su índice de refracción y grados Brix (Castro y Novoa, 2008).

En la figura 4, se muestra la correlación mencionada y su comparación con dos extracciones experimentales. Un extracto acuoso de stevia contiene aproximadamente 45% de esteviósidos. Experimentalmente, se observó una variación de la solubilidad de steviósido comercial en agua de 1,53 a 2,18% para el intervalo 25-70°C, el límite inferior de solubilidad corresponde de forma aproximada a la mitad del valor de grados Bríx observado en el procedimiento de extracción realizado a 60°C (figura 4), el cual coincide con la proporción de steviósidos encontrada en extractos secados.



**Figura 4. Correlación de grados Brix entre steviósidos en agua y de extracción de hojas.**

Fuente: Castro y Novoa (2008).

## 2.4 Néctares

Se tienen las siguientes definiciones para el néctar:

- De acuerdo al Codex Alimentarius (1996) un néctar de fruta es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero fermentable, destinado al consumo directo, obtenido mezclando el zumo (jugo) de fruta y/o toda la parte comestible molida y/o tamizada de dos o más especies de frutas en buen estado y maduras, concentrado o sin concentrar, con agua y azúcares o miel y conservado por medios

físicos exclusivamente. Si se trata de una fruta de elevado contenido de azúcar, podrá omitirse la adición de azúcar.

- La Norma Técnica Peruana (NTP 203.011-2009) define al néctar como el líquido obtenido de la expresión de maracuyá (*Passiflora edulis*) concentrado, no fermentado, finamente dividido y tamizado, adicionado agua, azúcar y si es necesario de un ácido orgánico apropiado; convenientemente preparado y sometido a un tratamiento térmico que asegura su conservación en envases herméticos.
- Los néctares son elaborados a base de pruebas experimentales, haciendo variar los parámetros de dilución y cantidades de azúcar y ácido. Son sometidos a un panel de degustación a fin de determinar las óptimas características organolépticas (Domínguez, 1998).

#### **2.4.1 Algunos trabajos de investigación referidos a formulación de un néctar**

Actualmente se está descubriendo muchas especies de productos naturales las cuales son ricas en vitaminas, proteínas y son curativas, lo cual debemos de aprovechar esos recursos, poder expórtalos y hacerlos

conocer a como es el yacón, la maracuyá y la stevia. Dentro del trabajo de investigación podemos citar los siguientes:

En el trabajo “Formulación de néctar de marañón (*Anacardium Occidentale L*) usando la metodología de superficie de respuesta para optimizar la aceptación sensorial y la actividad antioxidante”. Desarrolló una formulación de néctar mediante la aplicación de la metodología de superficie de respuesta, con el fin de optimizar las propiedades funcionales y la aceptación sensorial del producto final (Rodríguez *et al.*, 2011). Para esto se empleó un diseño central compuesto, considerando como factores el porcentaje de pulpa a niveles de 25 y 30 %, y la concentración final de azúcares en el néctar a niveles de 10 y 14 °Brix. Para la cuantificación de las propiedades funcionales se midió la actividad antioxidante de los néctares, para la medición de la aceptación sensorial del producto se empleó un panel no entrenado de 60 consumidores. Los resultados experimentales obtenidos para la actividad antioxidante del néctar se ajustaron a un polinomio de segundo orden, mientras que los de aceptación sensorial se adecuaron mejor a un modelo lineal. Los modelos anteriores se optimizaron con el fin de obtener las mejores condiciones de procesamiento.

En el trabajo denominado “Desarrollo y optimización de un néctar a base de melón, parchita y limón a través del uso de la metodología de superficie de respuesta”; Estructuró un diseño estadístico de superficie de respuesta para el desarrollo y optimización de un néctar mediante las variables de formulación: melón, parchita, limón y sacarosa, como propuesta de industrialización de dichos rubros (Millan *et al*, 2008). Se ajustó un modelo de segundo orden y se evaluó estadísticamente su capacidad predictiva, a partir de la cual, se estableció una región óptima de calidad, cuyos límites se utilizaron como restricciones para la optimización de la ecuación de costo de formulación, obteniéndose una reducción de \$ 8 por tonelada de néctar formulado. La estabilidad del producto en el almacenamiento osciló entre 12 y 16 días.

Evaluaron y optimizaron un cremolácteo funcional y de alto valor biológico a partir de pulpa de Borojó usando miel como edulcorante y soportados en una base láctea de yogurt. Se evaluaron 16 formulaciones distintas en el rango 5-15% de pulpa; 70-82.5 de yogurt y 5 a 15%p/p de miel de la "Sabana de Bogotá". A partir de las valoraciones sensoriales y análisis fisicoquímicos se ha encontrado la formulación óptima con 12.5% de pulpa, 75.0 de base láctea de yogurt y 12.5% p/p de miel (Salamanca *et al*, 2010). Las propiedades sensoriales presentan diferencias

importantes, que contribuyen al proceso de la optimización. La estabilidad del producto a 8°C es de 30 días. La mezcla no revela flora microbiana importante y los niveles observados hacen del producto un material seguro.

#### **2.4.2 Defectos en la elaboración de néctares**

**a) Fermentación:** Es el defecto más frecuente, se puede deber a un insuficiente pasteurizado o mal cerrado del envase. La efectividad de la pasteurización está en función a la carga microbiana del producto a ser pasteurizado, por ello es importante la calidad microbiológica de la materia prima y guardar la higiene durante todo el procesamiento.

**b) Precipitación o inestabilidad:** La mayoría de néctares son inestables pues los sólidos de los mismos precipitan en el fondo del envase; por ello para darle una mejor apariencia, consistencia y textura se utilizan sustancias estabilizadoras o gomas, como gelatinas o gomas sintéticas como el carboximetilcelulosa. Esta última es un estabilizador que tiene excelente afinidad con el agua, buena estabilidad durante la pasteurización y aumenta la viscosidad de la solución.

## **2.5 Alimentos funcionales**

El término alimento funcional hace referencia a aquellos alimentos obtenidos por diversos procedimientos, con la característica particular de que alguno de sus componentes, sea o no nutriente, afecta a las funciones diarias del organismo, de manera específica y positiva, y promueve un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional. El efecto positivo de un alimento funcional puede ser tanto su contribución al mantenimiento del estado de la salud y bienestar como la reducción del riesgo de padecer una determinada enfermedad (Diplock y col., 1999).

Un alimento funcional puede ser un alimento natural o modificado (alterado, añadiendo o eliminando uno o varios de sus componentes) o una combinación de ambos. Además, puede ser funcional para la población en general o para grupos particulares de la población, definidos por sus características genéticas, sexo, edad u otros factores (Roberfroid , 2002). Así se obtienen siguiendo alguna de las siguientes estrategias o sus combinaciones:

- i. Eliminando componentes perjudiciales presentes en el alimento (ej. alérgenos).
- ii. Incrementando la concentración de un componente presente de forma natural en el alimento hasta unos niveles en que pueda inducir los beneficios esperados (ej. enriquecimiento con micronutrientes como el hierro) o incrementando la concentración de una sustancia no nutritiva hasta niveles en que se conoce su efecto beneficioso.
- iii. Añadiendo un componente que no está presente de forma natural en el alimento y que no es necesariamente un macronutriente o un micronutriente, pero cuyos efectos beneficiosos son reconocidos (ej. prebióticos, antioxidantes no vitamínicos).
- iv. Sustituyendo un componente, generalmente un macronutriente (ej. grasas), cuyo consumo excesivo tenga efectos perjudiciales por un componente de reconocido efecto beneficioso (ej. inulina).
- v. Incrementando la biodisponibilidad o estabilidad de un componente que se sepa que es capaz de producir un efecto funcional o reducir un potencial riesgo de enfermedad del propio alimento (ej. añadiendo vitamina C para mejorar la biodisponibilidad del hierro).

## **2.6 Los prebióticos**

Una categoría de los alimentos funcionales que tiene gran interés de la población, la industria alimentaria y la comunidad científica son los ingredientes probióticos y prebióticos los cuales, pueden modificar positivamente los procesos fisiológicos y biológicos en la nutrición o como auxiliar en el tratamiento de ciertas patologías humanas (Salminen *et al.*, 1998).

## **2.7 El tratamiento térmico**

Según la Academia del área de plantas piloto de alimentos; el objetivo de la aplicación del tratamiento térmico es liberar al alimento de los microorganismos que puedan causar daño a la salud de los consumidores o el deterioro en el alimento (AAPPA, 2004). Los tipos de tratamiento térmico que se aplican principalmente en la industria son:

- **Pasteurización:** Proceso moderado que no permitirá el crecimiento de microorganismos resistentes al calor.
- **Esterilización comercial:** Aplicada a los alimentos con la finalidad de destruir todos los microorganismos presentes que puedan representar peligro para la salud o deteriorar el alimento bajo condiciones normales de manejo.

Asimismo, indica al pH como factor importante que define el tipo de proceso requerido para un alimento, ya que la resistencia térmica de las esporas está íntimamente ligada con la acidez del medio en que se desarrollan y se pueden reconocer tres clases de alimentos:

- Alimentos de baja acidez                      pH > 4,5
- Alimentos ácidos                                pH 4,0 a 4,5
- Alimentos de alta acidez                      pH < 4,0

## **2.7 El Diseño de mezclas**

En la elaboración de jugos, néctares, conservas, compotas, mermeladas, cremogenados o yogures, se requiere encontrar la mezcla óptima de ingredientes que permita generar un nuevo producto cuya formulación ofrezca características de producto funcional con alto valor nutricional y en las que se mantengan propiedades organolépticas de aroma y sabor deseables. En el desarrollo de nuevos productos generalmente se acude a los diseños de mezclas, para optimizar las proporciones de los componentes. La forma como se analizan 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 (Salamanca *et al*, 2010).

Cuando los factores experimentales a ser estudiados son ingredientes o componentes de una mezcla, la función de la respuesta depende de las proporciones relativas de cada componente, no de la cantidad absoluta. Puesto que las proporciones deben sumar una cantidad fija, generalmente un 100%, los factores no se pueden variar independientemente sobre algún otro. Por ello, los diseños de mezclas presentan una nueva región experimental (Polhemus, 2006).

En una mezcla de pastel o queque cuando se duplican las cantidades de todos los ingredientes, el resultado esperado es obtener un pastel o un queque dos veces más grande, pero, con el mismo sabor, la misma textura y el mismo color, porque las propiedades de una mezcla son determinadas por las proporciones de los ingredientes y no por sus valores absolutos (Vivanco, 2011).

Los componentes o ingredientes de una mezcla, y en consecuencia, sus niveles no son independientes. Para 3 componentes de una mezcla, la región experimental restringida se representa en coordenadas trilineales (figura 5), donde cada uno de los tres lados representa una mezcla que carece en absoluto de uno de los tres componentes (Boulengé, 2007).

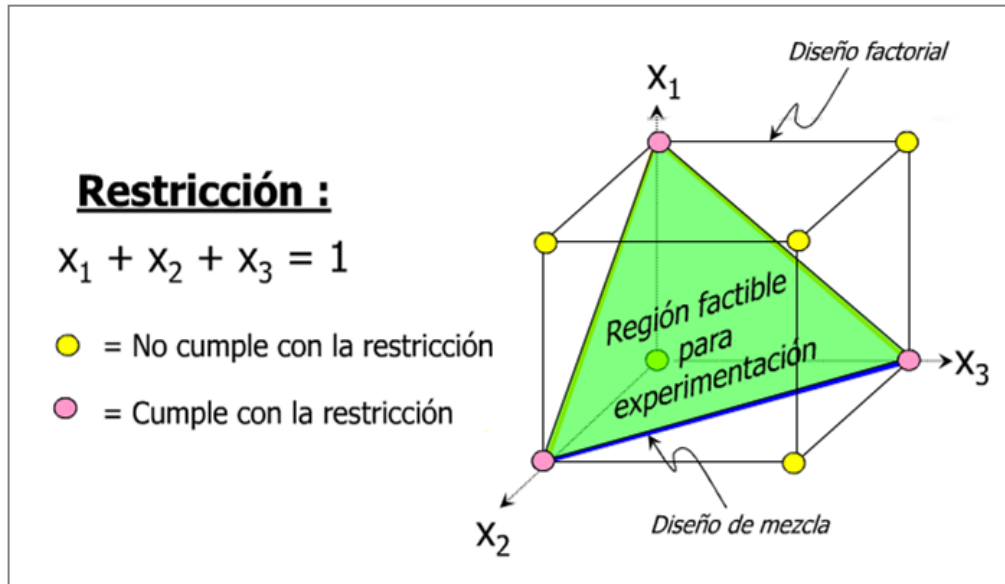


Figura 5: Región experimental para un diseño de mezclas de 3 factores.

Fuente: Boulengé, (2007).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de la Escuela de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

#### 3.2 Materiales

##### 3.2.1 Materias primas e insumos

- a) **Yacón:** Adquirido en el centro de abastos mayorista “Mercado Grau” de la localidad de Tacna. El yacón comercializado proviene de la Provincia de Sandía – Puno.
- b) **Maracuyá:** La maracuyá utilizada provino del Distrito de Calana, en óptimas condiciones sin presencia de podredumbre, magulladuras, sin daños físicos y frescos.
- c) **Stevia:** Endulzante natural de las hojas de stevia en polvo adquirida de la marca eco-stevia.
- d) **Estabilizante:** El estabilizante utilizado para la elaboración del néctar es el Carboximetilcelulosa (CMC), con una dosis de 0,2%.
- e) **Conservante:** Sorbato de potasio adquirida de la marca Merk.

### 3.2.2 Equipos, materiales e Insumos para la elaboración

- Ollas de acero inoxidable
- Cocina
- Refractómetro marca PZO con escala de 0 – 35%.
- Termómetro(-10 a200°C)
- Mesa de trabajo
- Frascos de vidrio
- Tapas twist – off
- Agua potable.
- Balanza de 5 kg
- Balanza analítica marca SARTORIUS.
- Tamiz N° 35 de 32 meshó 500 micrómetros.
- Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)
- Maracuyá (*Passiflora edulissims f.flavicarpa*)
- Stevia en polvo
- Benzoato de Sodio marca TENNANTS
- Cucharas, cuchillos
- Tablas de picar
- Licuadora marca OSTER
- Pipetas de 0.5 y 10 ml.
- Vasos de precipitado de 100 ml.

- Bureta de 10 ml.
- Soporte universal
- Bagueta de vidrio

### **3.2.3 Materiales de vidrio y equipos**

- Mufla marca Thermolyne
- Balanza analítica marca sartorius
- Estufa marca Memmert
- Cocinilla eléctrica
- Baño maría marca selecta
- PH metro marca Allied Fisher
- Refractómetro escala 0 – 32% marca Atago
- Licuadora marca Óster
- Equipo soxhlet
- Rejillas de vidrio
- Desecador de vidrio
- Balón Kjeldhal
- Serpentín
- Tapones de jebe
- Soporte universal
- Buretas de 10, 25 y 50 ml

- Pipetas de 0,5; 1,0; 5,0; 10 ml
- Pipetas volumétricas de 25 y 50 ml
- Bombilla de plástico
- Matraces Erlenmeyer de 250 y 500 ml
- Probetas de 50 ml; 100 ml; 250 ml y 500 ml
- Vasos de precipitado de 50, 100, 250, 400,600 y 800 ml
- Mortero de porcelana
- Crisol de porcelana
- Cápsula de porcelana
- Pera de decantación de 500 ml
- Papel filtro Whatman
- Varillas de vidrio y con protección de goma
- Cucharillas
- Ampolla de decantación
- Espátulas
- Embudo Büchner
- Matraz kitasato de 1000 ml
- Embudos de vidrio
- Termómetro
- Tubos de ensayo
- Placas petri

- Rejillas metálicas
- Centrifugadora
- Matraz aforado
- Aparato de destilación por arrastre de vapor

### **3.2.4 Reactivos**

- Solución de hidróxido de sodio al 50%; 0,1 N; 0,05 N;
- Ácido clorhídrico concentrado
- Ácido clorhídrico (1:3)
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido sulfúrico al 1,25% 0,1142 N
- Ácido acético 1N
- Cloruro cálcico 1N
- Cloroformo
- Alcohol de 96°
- Solución fenol sulfúrico al 5%
- Cloruro de sodio
- Solución de fenolftaleína al 1%
- Solución de ácido bórico al 4%
- Catalizador sulfato de cobre – sulfato de potasio
- Catalizador para determinación de proteínas

- Ácido bórico al 4%
- Indicador rojo de Metilo al 0,2%
- Hexano ó éter de petróleo
- Solución Fehling A y B
- Agua destilada
- Indicador verde bromocresol
- Hidróxido de sodio 0,02 N
- Éter de Petróleo o éter etílico p.a.
- Solución 0,01 N de tiosulfato de sódio
- Solución saturada de ioduro de potasio

### 3.3 Método empleado

Se realizó el seguimiento a través de un flujograma (figura 6) que muestra las etapas del proceso de elaboración del néctar.

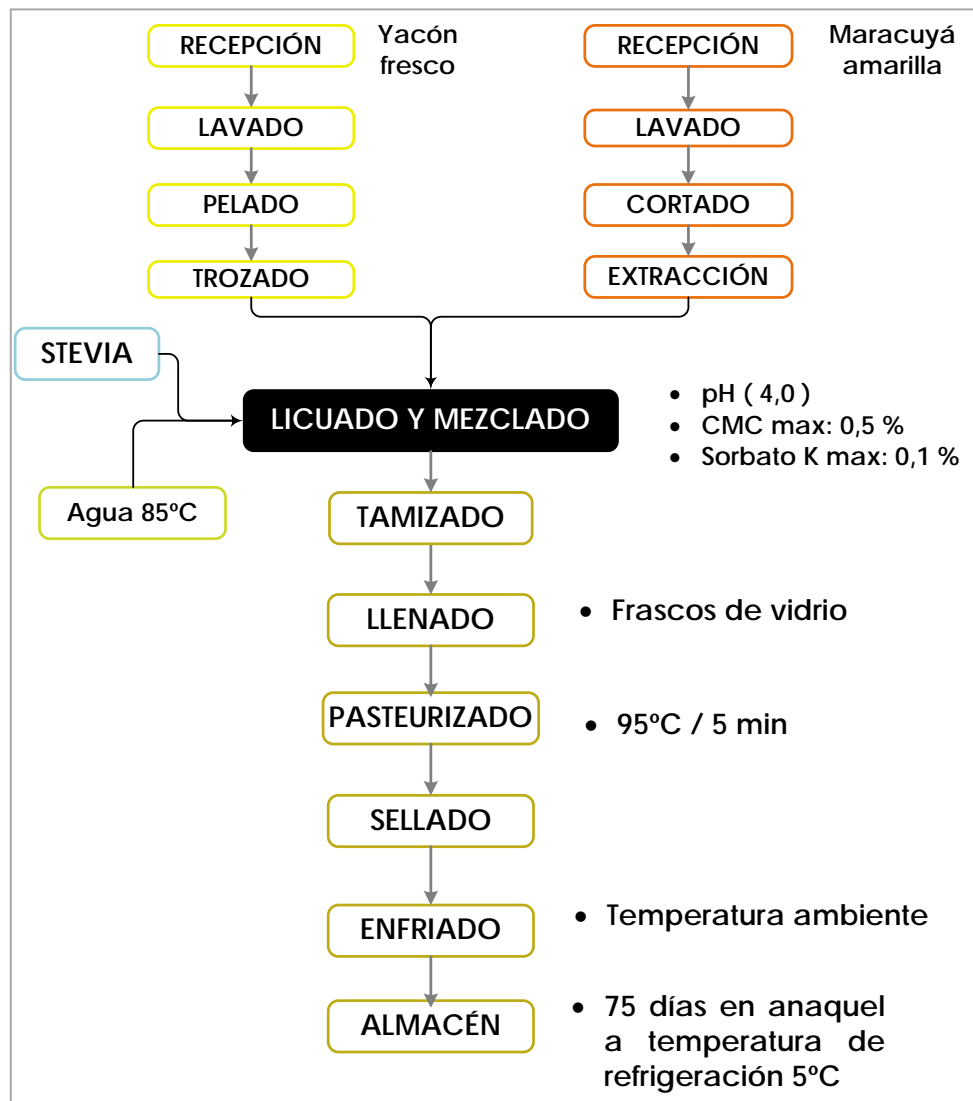


Figura 6. Flujo de elaboración de néctar funcional a base de yacón, maracuyá y stevia.

Fuente: elaboración propia (2012).

#### **a) Preparación del Yacón**

- i. Recepción:** La raíz de yacón (Anexo1-a) fue adquirida en el mercado de abastos de Tacna (mercado Grau).
- ii. Pelado:** operación manual (Anexo1-b) que consiste en retirar la piel de la raíz con un cuchillo.
- iii. Trozado:** operación necesaria antes de licuar la raíz (Anexo 1-c). 75

#### **b) Preparación de la Maracuyá**

- i. Recepción:** Los frutos de maracuyá de la variedad amarilla también fueron adquiridas en el mercado de abastos de Tacna (mercado Grau).
- ii. Limpieza:** Operación manual realizada con chorros de agua (Anexo 1- d) a fin de eliminar todo tipo de suciedad.
- iii. Extracción de pulpa:** Operación manual que consistió en partir por la mitad al fruto (Anexo 1-e) y con la ayuda de una cuchara se retira la pulpa, depositándola en una bandeja.

**c) Licuado y mezclado:** En esta operación se hace la mezcla de los trozos de yacón, maracuyá, y stevia complementada con agua, en las proporciones que indica el diseño experimental (Anexo 1-f).

- i. Adición de estabilizador de 0,5% CMC.
  - ii. Adición del conservante sorbato de Potasio 0.1%.
- d) Tamizado:** En esta operación se trata de separar los sólidos de la parte líquida (Néctar), se realiza con la ayuda de un tamiz colador y una cuchara a fin de separar la mezcla (Anexo 1-g).
- e) Pasteurización:** Se realizará con la finalidad de inhibir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto (Anexo 1-h).  
Se procedió a calentar el néctar hasta una temperatura de 95°C durante 5 minutos.
- f) Sellado:** Luego del pasteurizado, se separa la espuma que se forma en la superficie y se procede inmediatamente al cerrado de las tapas, la cual se realiza de forma manual en el caso que se emplee las tapas denominadas “tapa rosca”.
- g) Enfriado:** El producto envasado se enfrió a temperatura ambiental para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella. Al enfriarse el producto, ocurrirá la contracción del néctar dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de

vacío, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto. El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir realizar la limpieza exterior de las botellas de algunos residuos de néctar que se hubieran impregnado.

**h) Almacenado:** El producto final fue almacenado en refrigeración a 5°C.

### **3.4 Métodos de análisis**

#### **3.4.1 Para la materia prima (yacón)**

- **Sólidos solubles:** Refractómetro ABBE o refractómetro de mano con una escala de 0 – 32 % a 20°C. (Lees, 1969).
- **Determinación de acidez por titulación:** Se determina mediante la valoración de la muestra con NaOH 0,05 N, 0.1 N, fenolftaleína como indicador. expresado en porcentaje de ácido cítrico, con peso equivalente de 64,04. (Control de Calidad de Productos Agropecuarios, 1999).
- **Valoración por potenciometría del pH:** Se determinó con ayuda de un potenciómetro. (Lees, 1969).

### **3.4.2 Para el producto terminado**

#### **a) Análisis físico-químicos**

- i. Determinación de Proteínas (Pearson, 1986).
- ii. Determinación de Sólidos solubles (Norma INDECOPI, 1989).
- iii. Determinación de fibra con el método de Kennedy modificado.
- iv. Determinación del pH (Norma INDECOPI, 1989).
- v. Relación entre sólidos solubles / acidez titulable.

#### **b) Análisis Microbiológico:**

- i. Método del Conteo de hongos y levaduras.
- ii. Método de Recuento de mesófilos aerobios viables.
- iii. Método del número más probable (NMP) de coliformes totales en tubos de ensayo.

#### **c) Análisis Sensorial:** Los atributos sensoriales (color, sabor, olor), se cuantifican en base a la escala hedónica cuyos valores van del 1 al 9. (Hernández, 2005).

### 3.5 Diseño experimental

Para la evaluación del néctar; se plantea en la figura 7 el diseño de investigación de tipo experimental.

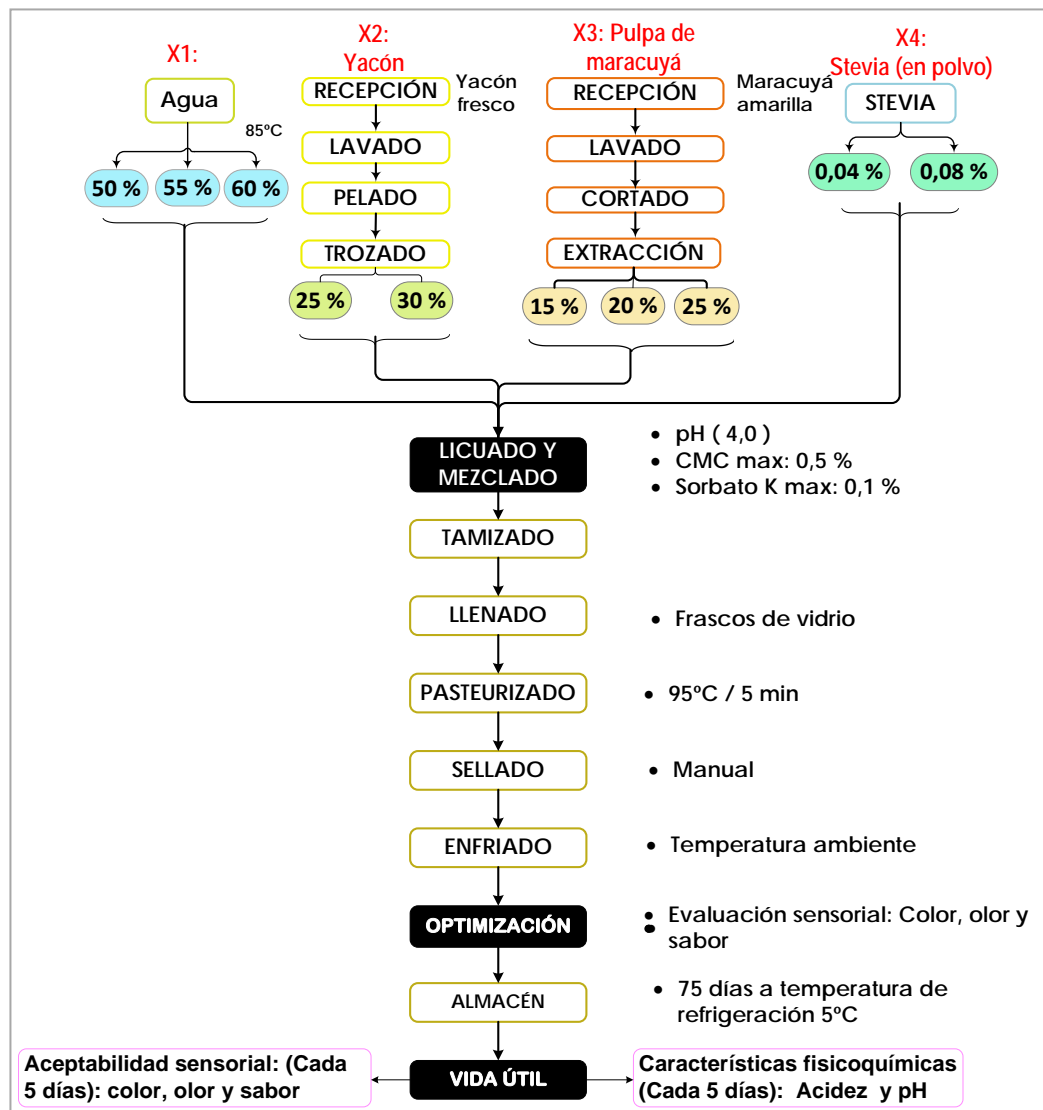


Figura 7. Diseño experimental para la obtención del néctar funcional a base de yacón, maracuyá y stevia.

Fuente: elaboración propia (2012).

### 3.6 Instrumentos de investigación

Teniendo como objetivo determinar la influencia de la concentración del jugo de yacón (X2), maracuyá (X3) y stevia (X4) diluidos con agua (X1), sobre los atributos sensoriales (color, olor, sabor) en un proceso discontinuo a nivel de laboratorio; se escogió el diseño mezcla de 4 factores “(véase el cuadro 5)” con 8 diferentes combinaciones de mezclas de néctar a evaluar.

**Cuadro 5:** Diseño de mezclas para las condiciones experimentales de las variables en estudio.

Ensayo	X1: Agua	X2: Yacón	X3: Maracuyá	X4: Stevia
1	60%	25%	15%	0,04%
2	50%	25%	25%	0,04%
3	50%	30%	20%	0,04%
4	55%	30%	15%	0,04%
5	60%	25%	15%	0,08%
6	50%	25%	25%	0,08%
7	50%	30%	20%	0,08%
8	55%	30%	15%	0,08%

Fuente: elaboración propia (2011).

### **3.7 Procesamiento estadístico**

Para el análisis de efectos combinados de variables independientes ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  y  $X_4$ ), en las respuestas evaluadas ( $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,) se empleó la metodología de superficie de respuesta, que consistió en desarrollar para cada variable respuesta un modelo matemático conteniendo los términos lineales y de interacción, el efecto significativo del modelo fue tratado por el análisis de regresión, en ella se observó el grado de significación ( $p$  valor  $<0,05$ ) y el análisis del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) donde más cercano a 1 es mejor. La optimización de los niveles de los factores se realizó utilizando el método de la función deseada, considerando que se desea un néctar con la mayor calificación de la aceptabilidad del color, olor y sabor. Para los cálculos necesarios se utilizó el programa Design Expert 8.0.7.

## **IV. HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **4.1 Formulación de la hipótesis**

Si la vida útil de un néctar nos permite saber con exactitud la durabilidad de un producto, entonces las características fisicoquímicas y sensoriales permiten determinar la vida útil del néctar.

### **4.2 Identificación de variables e indicadores**

#### **4.2.1 Variables**

##### **a) Variable independiente**

Características fisicoquímicas y sensoriales.

##### **b) Variables dependientes**

Vida útil del néctar.

#### **4.2.2 Indicadores**

- Concentración de agua
- Concentración de zumo de yacón y maracuyá
- Concentración de stevia en polvo
- Tiempo de almacenamiento
- °Brix, pH, acidez
- Aceptabilidad sensorial: color, olor y sabor

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se propuso demostrar que es posible obtener un néctar a partir de una mezcla de yacón, maracuyá y stevia. La metodología experimental aplicada para alcanzar los objetivos propuestos, muestran a continuación los resultados obtenidos.

### 5.1 Análisis de las materias primas

Las muestras analizadas fueron, la raíz de yacón y la pulpa de maracuyá (figura 8).



**Figura 8. Yacón y pulpa de maracuyá.**

Fuente: elaboración propia (2012).

### 5.1.1 Análisis proximal del yacón

El análisis proximal realizado a la raíz de yacón para la elaboración del néctar, (Véase el cuadro 6).

**Cuadro 6:** Composición proximal de la raíz de yacón utilizada para la elaboración del néctar.

Componentes	Porcentaje (%)
Humedad	84,00
Proteína(1)	0,48
Lípidos	0,32
Ceniza	0,38
Fibra cruda	0,55
Carbohidratos totales(2)	14,27

(1) N x 5,70  
(2) Por diferencia

Fuente: elaboración propia (2012).

De acuerdo a Vilcahuamán (2005), el tubérculo utilizado muestra resultados entre los rangos obtenidos para su composición; donde señala los porcentajes de proteínas de 0,48%; grasa 0,32%; y 14,27% para carbohidratos.

### 5.1.2 Análisis fisicoquímico de la maracuyá

Los resultados del análisis proximal que se realizaron a los dos componentes utilizados para la elaboración del néctar, (Véase el cuadro 7).

**Cuadro 7:** Resultados fisicoquímicos de la pulpa de la Maracuyá.

Análisis	Porcentaje
°Brix (Sólidos Solubles)	12,85
pH	3,3
Acidez (g/100g) (ac. cítrico)	3,82
Índice de madurez	3,36

Fuente: elaboración propia (2012).

- a) Sólidos solubles:** Se tomaron frutos con un °Brix promedio de 12,85 °Brix. Este resultado se encuentra dentro de las especificaciones dadas por la Norma Técnica, donde se da un mínimo de 12 °Brix para los sólidos solubles.
- b) pH:** El pH registrado como promedio de 3,3 este valor también se encuentra dentro del rango especificado por la Norma Técnica, ya que establece un pH de 3,5 como máximo.

**c) Acidez titulable:** Esta acidez es expresada en gramos de ácido cítrico por 100 g de muestra del fruto; teniendo como promedio 3,82. La acidez titulable se encuentra dentro de la Norma Técnica.

**d) Índice de madurez:** Teniendo en cuenta que el índice de madurez es hallado por la relación entre los sólidos solubles y la acidez titulable nos da como resultado promedio de 3,36.

## 5.2 Análisis sensorial del néctar

Cada uno de los experimentos (figura 9) fue evaluado gustativamente por un grupo de 11 panelistas, mediante una ficha de evaluación sensorial.



**Figura 9. Muestras de néctar de yacón, maracuyá y stevia en polvo.**

Fuente: elaboración propia (2012).

En los diferentes ensayos se utilizó la prueba Hedónica con calificación de escalas de intervalo a 9 puntos. En ésta, cada panelista dentro de la ficha de cata anotó en una escala ordinaria desde 1 (me desagradaba muchísimo) hasta 9 (me agrada muchísimo). En el cuadro 8, se presentan los ensayos realizados para determinar las concentraciones de elaboración del néctar según el diseño de mezcla, con sus respectivos niveles para cada variable independiente así como sus promedios de respuestas (variables dependientes).

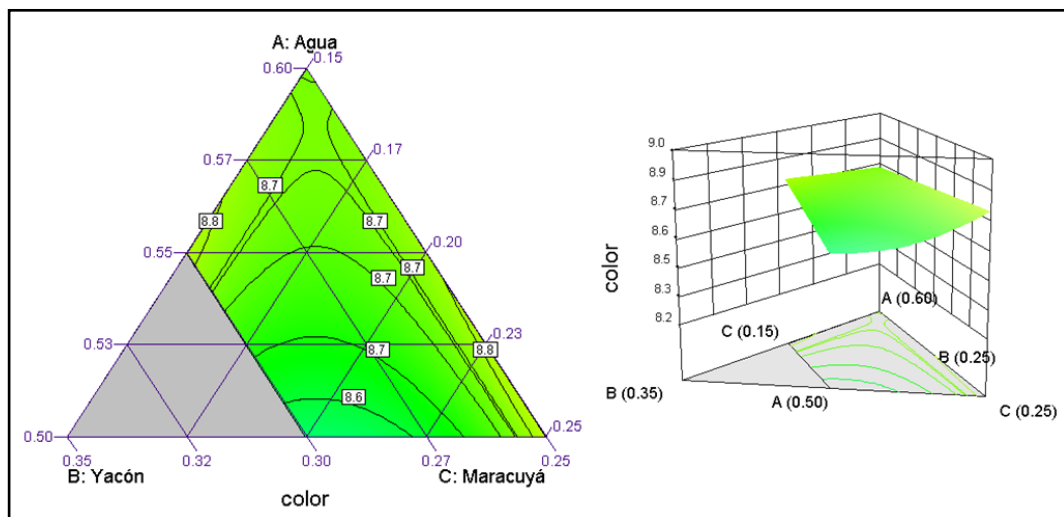
**Cuadro 8:** Diseño experimental según delineamiento de mezclas para el estudio de las mezclas de agua, pulpa de yacón, maracuyá y stevia en polvo.

<b>Ensayo</b>	<b>X1: Agua</b>	<b>X2: Yacón</b>	<b>X3: Maracuyá</b>	<b>X4: Stevia</b>	<b>Y1: color</b>	<b>Y2: olor</b>	<b>Y3: sabor</b>
<b>1</b>	60%	25%	15%	0,04%	9,00	8,45	1,36
<b>2</b>	50%	25%	25%	0,04%	9,00	8,09	2,73
<b>3</b>	50%	30%	20%	0,04%	8,36	7,91	5,00
<b>4</b>	55%	30%	15%	0,04%	8,82	7,45	5,45
<b>5</b>	60%	25%	15%	0,08%	8,27	7,18	6,55
<b>6</b>	50%	25%	25%	0,08%	8,45	7,27	5,00
<b>7</b>	50%	30%	20%	0,08%	8,82	8,00	4,36
<b>8</b>	55%	30%	15%	0,08%	8,73	7,64	7,45

Fuente: elaboración propia (2012).

### 5.2.1 Evaluación del color

La figura 10 de curvas de nivel y superficie de respuesta respectivamente obtenidas a través de la ecuación matemática (anexo 6) que relaciona la variable independiente ( $R^2 = 0,92665$ ) con la aceptabilidad de Color. Ambas figuras construidas al nivel de 0,06 % de stevia visualizan la tendencia de las proporciones de mezclas que hacen máxima la aceptabilidad de color del néctar. A partir de ésta, se observa que es mayor la aceptabilidad cuando la mezcla de los tres componentes es a niveles mínimos de yacón y máximos de la maracuyá.



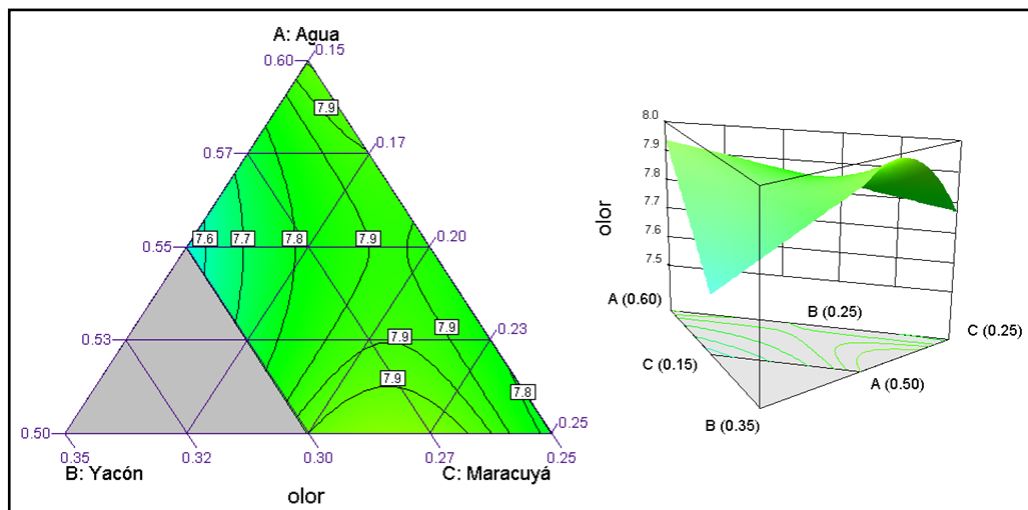
**Figura 10. Diagrama de curvas de nivel y superficie de respuesta relativo al color del néctar de yacón, maracuyá y stevia.**

Fuente: elaboración propia (2012).

Estos resultados coinciden con lo hallado por Aguilar (2008) para el color del néctar de maracuyá con mashua, donde encontró que también el componente más importante para la aceptabilidad resultó ser la maracuyá y sus efectos combinados con mashua y agua.

### 5.2.2 Evaluación de olor

La figura 11 de curvas de nivel y superficie de respuesta respectivamente obtenidas a través de la ecuación matemática (anexo 7) que relaciona la variable independiente ( $R^2 = 0,98544$ ) con el olor al nivel de 0,06 % de stevia, donde se visualiza la tendencia de las proporciones de las mezclas que hacen máxima la aceptabilidad del olor.



**Figura 11. Diagrama de curvas de nivel y superficie de respuesta relativo al olor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.**

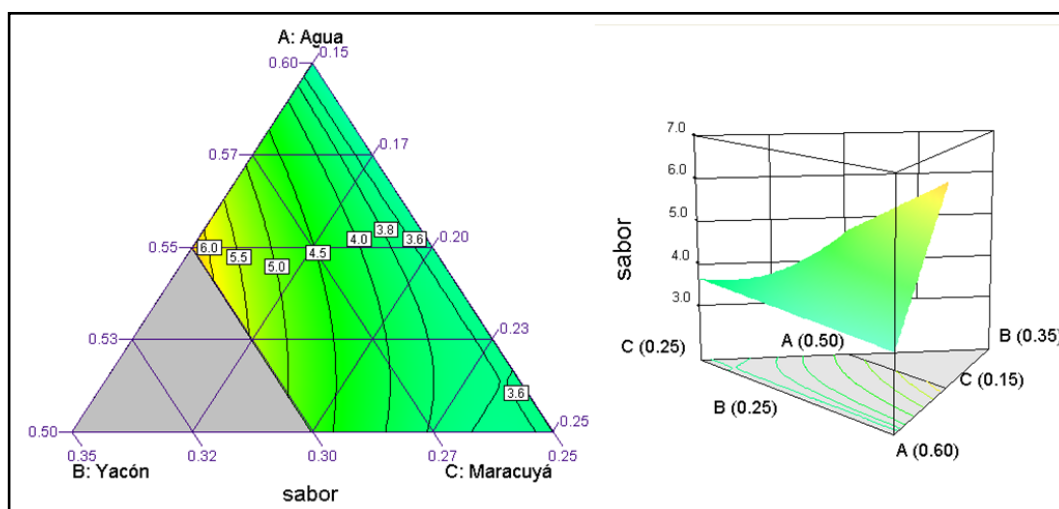
Fuente: elaboración propia (2012).

A partir de esta, se observa que la maracuyá es el componente más influyente que cualquiera de los otros dos o la combinación entre dos o tres componentes. La tendencia a maximizar la aceptabilidad del olor sucederá cuando la mezcla de néctar contenga el máximo de maracuyá y la mínima concentración de yacón.

En la aceptabilidad de la variable respuesta olor de un néctar con maracuyá; los factores más importantes fueron los componentes agua y maracuyá de manera individual, resultando negativo el componente mashua, esto debido a la alta cantidad de componentes isotiocianatos presentes en la mashua (Aguilar, 2008).

### **5.2.3 Evaluación del sabor**

Las figura 12 de curvas de nivel y superficie de respuesta respectivamente obtenidas a través de la ecuación matemática (anexo 8) que relaciona la variable independiente ( $R^2= 0,9892$ ) con el Sabor, visualiza el punto donde las proporciones de las mezclas maximizan la aceptabilidad del sabor al nivel de 0,06 % de stevia. A partir de esta, se observa que la mezcla del mínimo nivel de maracuyá y el nivel medio de yacón reporta la región de mayor aceptabilidad.



**Figura 12. Diagrama de curvas de nivel y superficie de respuesta del modelo lineal relativo al sabor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.**

Fuente: elaboración propia (2012).

Esto demuestran que el yacón aporta de manera positiva en el sabor, suavizando la natural acidez de la maracuyá y haciéndolo más agradable. Este resultado concuerda con lo obtenido por Aguilar (2008) donde encontró que para la aceptabilidad del sabor del néctar de maracuyá y mashua, el factor más importante resultó ser la mashua y los efectos combinados con Maracuyá y con agua. La mashua tuvo el papel de enmascarar el sabor astringente de la maracuyá, neutralizando la acidez. Así también el yacón ha evidenciado su efecto enmascarante sobre la acidez de la maracuyá resultando un néctar más agradable.

### 5.3 Determinación y análisis del tratamiento óptimo

Para la optimización se tomaron las siguientes restricciones:

- Variables de entrada: mantener en el rango de estudio a las variables independientes.
- Variables respuestas: mantener en rango de respuestas los atributos sensoriales color, olor y maximizar la respuesta sabor.

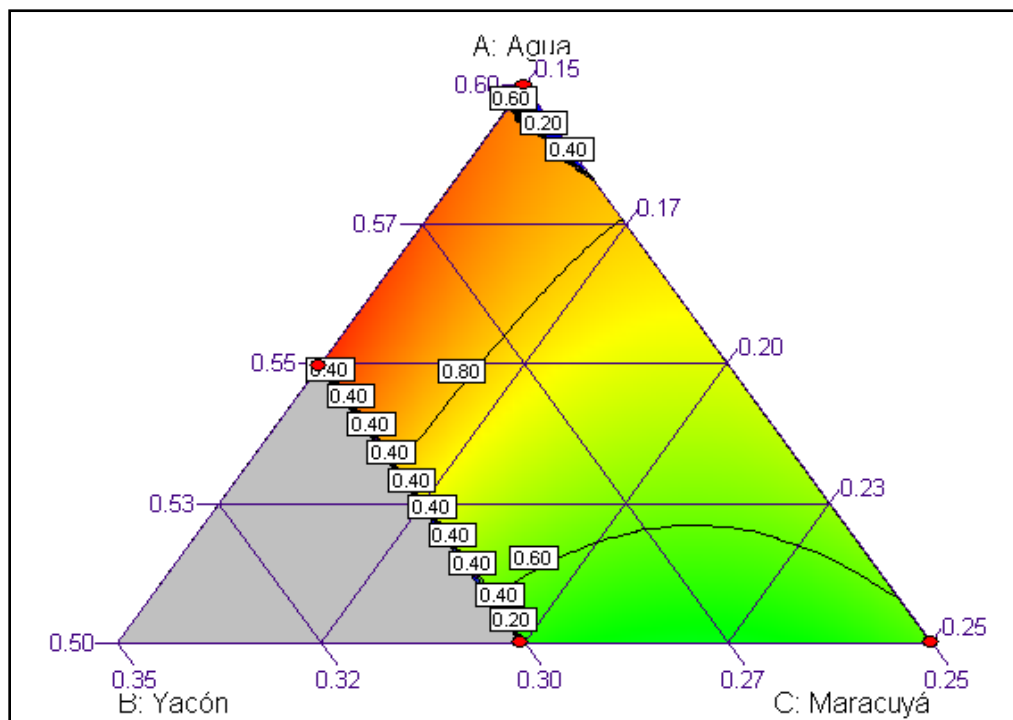
Aplicando la metodología de la función deseada mediante el paquete estadístico Design-Expert8.0.7 se obtuvo la combinación óptima que satisface los criterios establecidos, (Véase el cuadro 9).

**Cuadro 9:** Optimización numérica de los factores en estudio para el proceso de elaboración del néctar.

Factores	Criterio	Límite inferior	Límite superior	Óptimo
<b>X1: Agua</b>	en rango	0,5	0,5996	0,549
<b>X2: Yacón</b>	en rango	0,25	0,3	0,3
<b>X3: Maracuyá</b>	en rango	0,15	0,2496	0,15
<b>X4: Stevia</b>	en rango	0,0004	0,0008	0,0008
<b>color</b>	en rango	8,27	9	8,82
<b>olor</b>	en rango	7,18	8,45	7,57
<b>sabor</b>	maximizar	1,36	7,45	7,21
<b>Función Deseada</b>				0,96

Fuente: elaboración propia (2012).

La aplicación del método numérico, resultaron las condiciones según los criterios establecidos para el proceso de elaboración de néctar de yacón, maracuyá y stevia, que corresponderán a las condiciones óptimas del néctar elaborado a nivel de laboratorio y son: Agua (54,9%), Yacón (30%), Maracuyá (15,0 %) y Stevia (0,08%); proporciones que coincidentemente fueron muy similares al tratamiento 8 (Agua 55%, Yacón 30%, Maracuyá 15% y Stevia 0,08%). La figura 13 muestra la tendencia en la cual las proporciones de los componentes del néctar la hacen óptima según la aceptabilidad sensorial.



**Figura13. Optimización por la metodología de la función deseada del néctar de yacón, maracuyá y stevia.**

Fuente: elaboración propia (2012).

## **5.4 Evaluación de la vida útil**

La vida útil del tratamiento optimizado se evaluó en función a sus características sensoriales (color, olor y sabor) y fisicoquímicas (pH y acidez) bajo condiciones de almacenamiento en refrigeración a 5°C.

Los análisis se realizaron a través de un seguimiento por un tiempo de 75 días aproximadamente.

### **5.4.1 Evaluación de la aceptabilidad sensorial**

En el cuadro 10 se muestra el promedio de los resultados del análisis sensorial de aceptabilidad según escala hedónica de 9 puntos realizado a la muestra óptima. Los análisis se realizaron con los mismos panelistas de las pruebas de optimización a fin de mantener la confiabilidad de los resultados.

Los resultados muestran que en general la aceptación inicial del producto es desde “me gusta” hasta “me gusta mucho”; y considerando que el producto en conservación debe mantener sus cualidades iniciales se considera como tiempo de vida útil al momento en el cual la calificación de la muestra descienda una escala de aceptación.

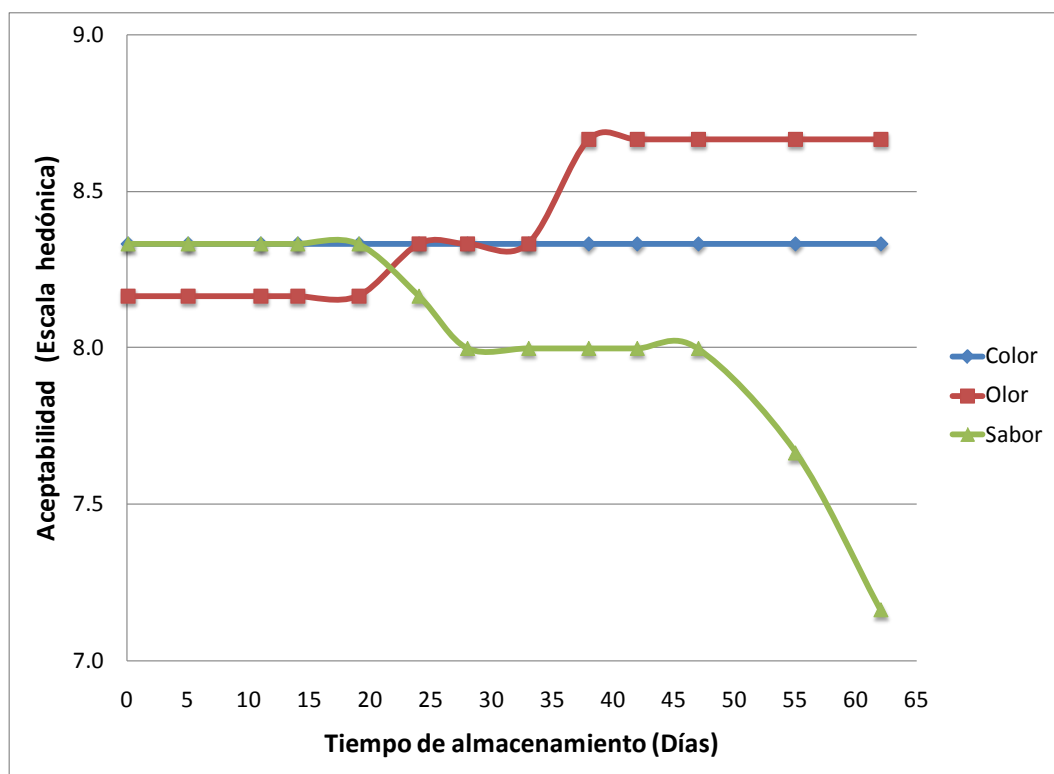
**Cuadro 10:** Evolución de los atributos sensoriales durante el tiempo de almacenamiento.

<b>Fecha</b>	<b>Días</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>
<b>13/04/2012</b>	<b>0</b>	8,33	8,17	8,33
<b>18/04/2012</b>	<b>5</b>	8,33	8,17	8,33
<b>24/04/2012</b>	<b>11</b>	8,33	8,17	8,33
<b>27/04/2012</b>	<b>14</b>	8,33	8,17	8,33
<b>02/05/2012</b>	<b>19</b>	8,33	8,17	8,33
<b>07/05/2012</b>	<b>24</b>	8,33	8,33	8,17
<b>11/05/2012</b>	<b>28</b>	8,33	8,33	8,00
<b>16/05/2012</b>	<b>33</b>	8,33	8,33	8,00
<b>21/05/2012</b>	<b>38</b>	8,33	8,67	8,00
<b>25/05/2012</b>	<b>42</b>	8,33	8,67	8,00
<b>30/05/2012</b>	<b>47</b>	8,33	8,67	8,00
<b>07/06/2012</b>	<b>55</b>	8,33	8,67	7,67
<b>14/06/2012</b>	<b>62</b>	8,33	8,67	7,17

Fuente: elaboración propia (2012).

La figura 14 muestra el comportamiento de la aceptabilidad sensorial del color, olor y sabor del néctar a lo largo del tiempo de almacenamiento. Mostrando una tendencia divergente entre los tres atributos estudiados, tal es así que mientras el color se mantuvo

constante sin evidenciar mayores variaciones; el olor consiguió mejorar su aceptabilidad a medida que pasaban los días, en contraposición con el sabor, que a partir del día 45 de almacenamiento, se vio afectado su aceptabilidad.

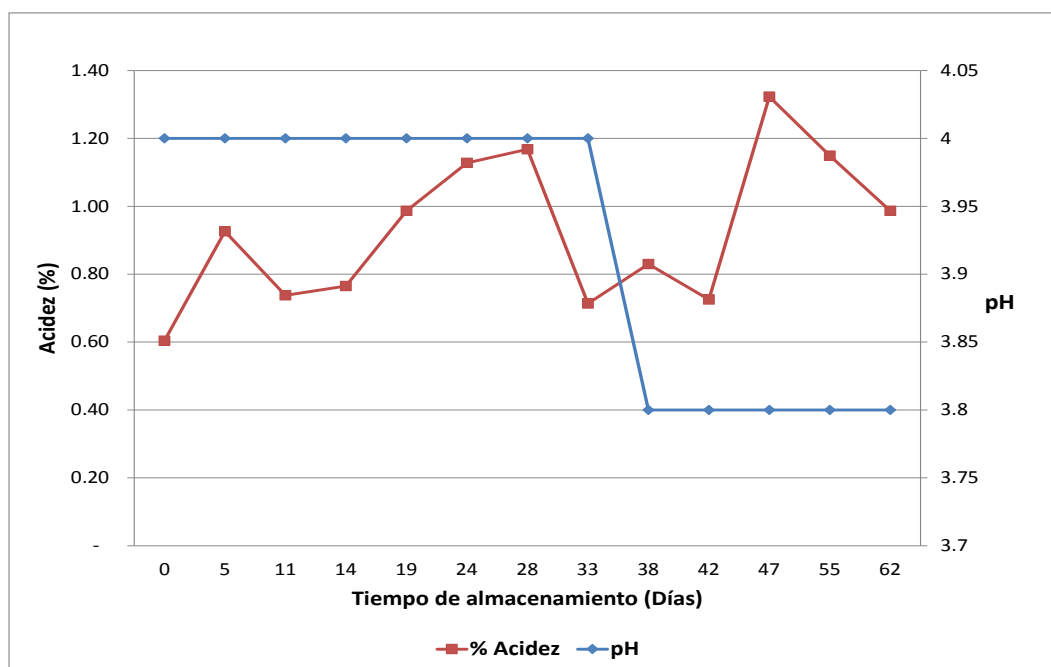


**Figura 14. Variación de la aceptabilidad sensorial del néctar durante el tiempo de almacenamiento.**

Fuente: elaboración propia (2012).

#### 5.4.2 Evaluación de las características fisicoquímicas

La figura 15 muestra la evolución del pH y la acidez titulable a lo largo del tiempo de almacenamiento, ambos parámetros son importantes desde el punto de vista de la conservación del producto. La tendencia de la curva de pH es prácticamente constante, salvo la disminución de 4 a 3,8 por el aparente incremento de la acidez, asimismo la acidez crece desde 0,6% hasta aproximadamente 1%, esto se explicaría por la lenta disociación de los ácidos orgánicos propios de la fruta.



**Figura 15. Variación del pH y acidez titulable del néctar durante el tiempo de almacenamiento.**

Fuente: elaboración propia (2012).

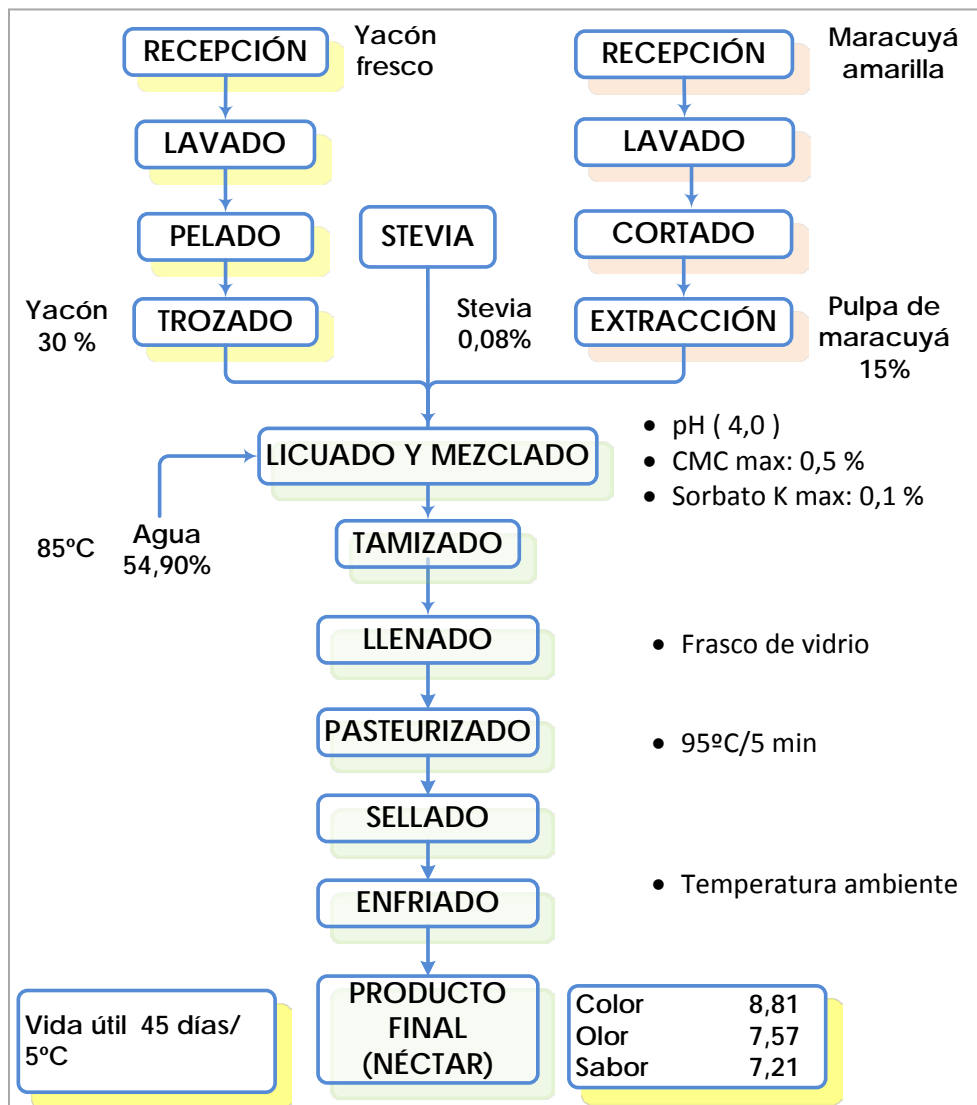
En néctares similares, el fin de vida útil se alcanza al obtener recuentos de aerobios mesófilos y levaduras en el orden de tres ciclos logarítmicos, por lo que de acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 12, la vida comercial del producto oscila entre 30 y 45 días en el almacenamiento bajo condiciones de refrigeración. Bajo estas condiciones, el néctar procesado mantiene buena calidad microbiológica y sensorial a temperaturas de refrigeración.

## **5.5 El producto final**

La figura 16 muestra el flujo de operaciones en la elaboración del néctar de yacón, maracuyá y stevia.

El flujo de elaboración definitivo del tratamiento óptimo es el siguiente: recepción de materia; lavado, pelado y trozado del yacón; lavado, cortado y extracción de la maracuyá; licuado de trozos de yacón (30%), pulpa de maracuyá (15 %) y stevia en polvo (0,08%); diluida con agua (54,9%), ajuste del pH a 4 unidades con adición de ácido cítrico, adición de CMC y sorbato de potasio como conservante; la mezcla es luego tamizada, la parte líquida (néctar) es depositada en frascos de vidrio; luego es sometido a un tratamiento térmico de pasteurización a 95°C por 5 minutos, seguidamente se cierra la tapa y se enfría a

temperatura ambiente. El producto final obtenido se debe guardar en refrigeración hasta un máximo de 45 días sin que pierda sus cualidades sensoriales.



**Figura 16. Flujo definitivo para la elaboración de néctar de yacón, maracuyá y stevia.**

Fuente: elaboración propia (2012).

### 5.5.1 Análisis proximal del producto final

“Tal como se observa en el cuadro 11”, se reporta los valores del análisis fisicoquímico del néctar óptimo. Siendo el componente mayoritario la humedad (85,92 %), seguido de los carbohidratos (12,56 %); los demás congéneres están en concentraciones inferiores a 1 %.

**Cuadro 11:** Características fisicoquímicas del néctar de yacón, maracuyá y stevia

Descripción	Valor
- Humedad	85,92 %
- Proteína	0,371 %
- Lípidos	0,27 %
- Cenizas	0,87 %
- Carbohidratos	12,56 %
- Sólidos solubles	6,80 °Brix
- Sólidos totales	6,3 %
- pH	4,0
- Acidez	0,6 %

Fuente: elaboración propia (2012).

La acidez del jugo de maracuyá al mezclarla con el jugo de la raíz de yacón y agua, dio como resultado un néctar de pH tal que según AAPPA (2004) se puede categorizar como un alimento de tipo ácido (pH 4 a 4,5).

### 5.5.2 Análisis microbiológico del producto final

El recuento en placa de aerobios mesófilos y coliformes totales (figura 17), se realizó de acuerdo a lo establecido por la R.M.N° 615-2003-SA/DM. Como el pH del producto al inicio fue de 4, se consideró evaluar el recuento de aerobios mesófilos solo al inicio y final del almacenamiento, y realizar un seguimiento detallado de los recuentos de mohos y levaduras, por cuanto constituyen el grupo microbiano de importancia en el deterioro de productos con características de acidez similares.



**Figura 17. Recuento microbiológico en muestras; pasteurizadas y sin pasteurizar.**

Fuente: elaboración propia (2012).

Los resultados obtenidos “(véase el cuadro 12)” tanto para mesófilos como en coliformes fueron satisfactorios ya que los valores obtenidos están por debajo de los requisitos establecidos por la norma sanitaria, además se comparó con una muestra sin pasteurizar que tampoco reporto recuento en coliformes. Es decir el tratamiento térmico fue suficiente.

**Cuadro 12:** Recuento de aerobios mesófilos, numeración de coliformes totales, hongos y levaduras en el néctar pasteurizado y sin pasteurizar durante el almacenamiento a temperatura de refrigeración.

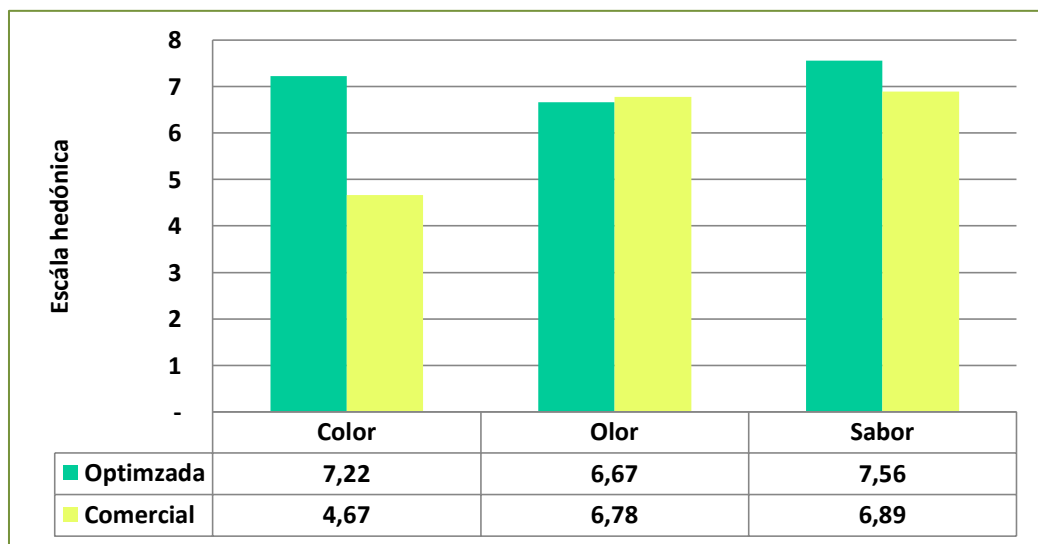
Análisis	Tiempo	Néctar pasteurizado	Néctar sin pasteurizar
Numeración de Microorganismos Aerobios Mesófilos Viables	7 días	$10^{-1} \longrightarrow 1$ = 10 ufc/ml.	$10^{-2} \longrightarrow 14$ = 1400 ufc/ml.
	2 meses	$10^{-1} \longrightarrow 57$ = 57 ufc/ml.	$10^{-2} \longrightarrow 18$ = 1800 ufc/ml.
Numeración de Coliformes	7 días	No hubo presencia de burbujas < 3/ ml	No hubo presencia de burbujas < 3/ ml
	2 meses	No hubo presencia de burbujas < 3/ ml	No hubo presencia de burbujas < 3/ ml
Hongos y levaduras	2 meses	Ausencia	Ausencia

Fuente: elaboración propia (2012).

Los recuentos microbiológicos anteriormente mencionados y considerados como una carga microbiana relativamente baja, se atribuye a la alta acidez de la pulpa de la fruta.

### 5.5.3 Evaluación sensorial del producto final

A fin de determinar la aceptabilidad del producto optimizado frente a un producto comercial se realizó la prueba de aceptabilidad sensorial de los atributos: color, olor y sabor. Los resultados consolidados se muestran en la figura 18.



**Figura 18. Comparación de atributos entre la muestra de néctar optimizado y la muestra comercial.**

Fuente: elaboración propia (2012).

Los resultados obtenidos se analizaron través del análisis estadístico mediante la prueba de t de student al 0,05 de significancia (Anexo 9), y se determinó que existe diferencia significativa con respecto al color y al sabor, que en ambos casos la muestra optimizada resultó con mayor aceptabilidad. Con respecto al olor, la muestra comercial presentó una ligeramente diferencia en aceptabilidad y mayor que la muestra optimizada, la prueba t student resultó no significativa para dicha diferencia.

Es decir que el néctar optimizado destaca por su preferencia en el color y sabor.

#### **5.5.4 Balance de materia del producto final**

“Véase en el cuadro 13”, se muestra el balance de materia del néctar de yacón, maracuyá y stevia con los parámetros óptimos; en la cual se destaca el rendimiento (90,69 %) en peso.

Este producto se presenta en frascos de vidrio transparente.

**Cuadro 13:** Balance de materia del producto final optimizado.

Descripción	Entra (g)	Sale (g)	Continua (g)
<b>Recepción (Yacón)</b>	<u>350</u>	0	350
<i>Limpieza y pelado</i>	350	50	300
<i>Trozado</i>	300	0	<b>300</b>
<b>Recepción (Maracuyá)</b>	<u>305</u>	0	305
<i>Limpieza</i>	305	0	305,0
<i>Extracción</i>	305	155	<b>150,0</b>
<i>Yacón - Maracuyá</i>			
<b>Licuadao</b>	<b>450,0</b>		
<b>Agua</b>	<b>549,0</b>		
<b>stevia</b>	<b>0,0008</b>		
<b>Tamizado</b>	999,0	400	599,0
<b>Llenado</b>	599,0		
<b>Pasteurizado</b>	599,0	5	594,0
<b>Sellado</b>	594,0		
<b>Enfriado</b>	594,0		
<b>Producto final (Rendimiento)</b>			<b>90,69%</b>

Fuente: elaboración propia (2012).

## VI. CONCLUSIONES

- 1) Durante la vida útil del néctar, se afectó el sabor, manteniéndose el color en un ligero incremento del olor en los 45 días de almacenamiento. Asimismo mientras el pH disminuyó de 4 a 3,8. La acidez se incrementó desde 1,4 % hasta 1,9 %. Además la prueba comparativa con una muestra comercial resultó significativa para el color y sabor con mayor preferencia por la muestra optimizada.
- 2) El tratamiento de mejores condiciones para el néctar es: yacón (30%), pulpa de maracuyá (15%) con adición de agua (54,9%) y stevia (0,08%); estos parámetros presenta un producto final con una aceptabilidad del color =8,82; olor =7,57 y Sabor =7,21.
- 3) El factor más importante en la aceptabilidad del néctar resultó ser la maracuyá seguido de la influencia del yacón. Mientras que la stevia no presentó mayor influencia en maximizar la aceptabilidad del néctar.
- 4) El análisis de materias primas yacón resalta a la humedad (84 %) y el caso de la maracuyá se destaca la acidez de la pulpa (3,82 %).

**5)** Los resultados de los análisis microbiológicos del producto óptimo no reportó presencia de microorganismos contaminantes a los largo del tiempo de almacenamiento, confirmando la inocuidad del néctar.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento tanto refrigerado como sin refrigerar sobre el tiempo de vida útil del néctar.
- 2.** Estudiar la elaboración del néctar sin eliminación de la cáscara.
- 3.** Evaluar el efecto del tipo de envase (vidrio, plástico y tetrabrick) en la vida útil del néctar.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Aguilar, A. (2008). Evaluación de la elaboración de un néctar nutracéutico a base de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) Universidad Jorge Basadre Grohmann Tacna-Perú.
- 2) Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos AAPP (2004). Introducción a La Tecnología de Alimentos. 2da edición Editorial LIMUSA, SA de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F.
- 3) Álvarez H R, Salamanca G, (2007). Valoración metodológica para el estudio de mezclas ternarias en sistemas alimentarios Alimentos Universidad Politécnica de Catalunya Barcelona-España.
- 4) Boulengé Éric Le (2007). Diseños experimentales para problemas de mezcla Institut de Statistique - Université catholique de Louvain.
- 5) Castro, A. y Novoa, C. (2008). Preparación y seguimiento de la estabilidad de extracto ácido de hoja pretratada de Stevia rebaudiana bertonii frente a almacenamiento y su aplicación directa en un alimento. En: [http://pisis.unimagdalena.edu.co/reviving/documentos/vol1/articulos/Ingenieria %20Agronomica/14.pdf](http://pisis.unimagdalena.edu.co/reviving/documentos/vol1/articulos/Ingenieria%20Agronomica/14.pdf).
- 6) Codex Alimentarius (1996)

- 7) Diplock, A. T., Aggett, P.J., Ashwell, M., Borner, F., Fern, E. B y Roberfroid, M. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. Br. J. Nutr. 81(Suppl.): 1S-27S. En: <http://w\vw.codexalimentarius.nei/gsaonline/groups/details.html?id=>
- 8) Espinoza P. ( 2002). Manual del cultivo do yacón. PE Espinoza Ed. Huánuco. Perú. 49 p.
- 9) Estevia (2007) Patrimonio Agroalimentario de la Humanidad. Maracuyá consultado el 11 de noviembre del 2011. En: [http://www.herbogeminis.com/IMG/pdf/manifest\\_stevia.pdf](http://www.herbogeminis.com/IMG/pdf/manifest_stevia.pdf)
- 10) Frutas (2011) consultado el 22 de setiembre del 2011 <http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/maracuya/intro.ph>  
p
- 11) Gibson, G. R.; Roberfroid, M. B. (1995). Dietary Modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotics. J. Nutr. 125:1401-1412.
- 12) Hermann *et al* (1999). Yacón, Ficha Técnica consultado el 22 de setiembre del 2011.  
[www.infoandina.org/system/files/recursos/R2006082306.pdf](http://www.infoandina.org/system/files/recursos/R2006082306.pdf)
- 13) Hernández A. Elizabeth (2005). Evaluación Sensorial. Universidad Nacional abierta y a distancia – UNAD Bogotá Colombia, consultado el 07 de agosto 2012.

<http://www.pymeslacteas.com.ar/userfiles/image/4902Evaluacion%20sensorial.PDF>

- 14)** IICA (2011) fichas técnicas: Maracuyá consultado el 22 de setiembre del 2011.

[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/MARACUYA.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/MARACUYA.HTM)

- 15)** Jarabe de yacón consultado el 22 de setiembre del 2011.

<http://www.cipotato.org/publications/pdf/002249.pdf>

- 16)** Magnenet Julien (2009) Manejo de percepción de sabores en bebidas funcionales MANE MEXICO S.A. DE C.V.

- 17)** Manrique Iván, Párraga Adelmo, Hermann Michael (2003). Jarabe de yacón: Principios y procesamiento Centro Internacional de la Papa CIP Apartado 1558. La Molina Lima 12. Perú.

- 18)** Millán Trujillo Félix Rafael, Arciniegas Esther Linda y Oropeza Noguera Dénar Coromoto (2008) .Desarrollo y Optimización de un néctar a base de Melón, Parchita y Limón a través del uso de la metodología de superficie de respuesta. Universidad Simón Bolívar Caracas Venezuela.

- 19)** Norma General del Codex para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas (CODEX STAN 247-2005)

- 20)** NTP 203.110:2009: Requisitos fisicoquímicos y organolépticos para jugos, néctares y bebidas de fruta.
- 21)** NTS N°- MINS/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.  
[http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/RM%20615-2003MINS.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/RM%20615-2003MINS.pdf)
- 22)** Organización Mundial de Gastroenterología (2008) Probióticos y Prebióticos.  
[http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/es/pdf/guidelines/19\\_probioticos\\_prebioticos\\_es.pdf](http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/es/pdf/guidelines/19_probioticos_prebioticos_es.pdf)
- 23)** Polhemus Neil W. (2006). Diseño de Experimentos –Diseños de Mezclas. StatPoint, Inc.
- 24)** Reina G, Carlos Emilio (2006). Manejo pos cosecha y evaluación de la calidad en maracuyá Universidad Sur Colombiana.
- 25)** Roberfroid, M. B. 2001. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? A. J. Nutr. (Supplement) 73: 406-409.
- 26)** Roberfroid, M.B. 2002. Global view on functional foods: European perspectives. Br. J. Nutr. 88 (Suppl.2): S133-S136.
- 27)** Rodríguez Ligia; Pulido Nazly Andrea; Alba Jaime Andrés (2011). Formulación de néctar de Marañón (*Anacardium Occidentale L.*) Usando la metodología de superficie de respuesta para optimizar la

aceptación sensorial y la actividad antioxidante. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá Colombia.

- 28)** Salamanca G Guillermo., Osorio T Mónica Patricia., Montoya Leidy Marcela (2010) Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borojo (*Borojoa patinoi Cuatrec*) .Universidad del Tolima. Tolima, Colombia.
- 29)** Salminen, S., Boutron, C.; Boutron-Ruault, M. C. (1998). Functional Food Science and Gastrointestinal Physiology and Function. British J. Nutr. (Supplement).147-171.
- 30)** Seminario J, Valderrama M, Manrique I. (2003). El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú, 60 p.
- 31)** Vilcahuaman Paucar Magali. (2005). "Obtención de inulina por hidrólisis del zumo de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) para la prevención de diabetes". Universidad Nacional del Centro del Perú.
- 32)** Vivanco Pezantes David (2011) Planeamiento de Experimentos y Optimización de Procesos en la Industria de Alimentos. Instituto de

Investigación de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos  
– IIFIPA Universidad Nacional del Callao

**PAGINA WEB:**

- <http://sanisimoenlared.com/sanisimohoy/?p=623>.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Elaboración del néctar de yacón, maracuyá y stevia.



**a. La raíz de yacón.**



**b. Pelado de la raíz de yacón.**



**c. Trozado de la raíz de yacón.**



**d. Limpieza de frutos de maracuyá.**



**e. Extracción de la pulpa de maracuyá.**



**f. Licuado y mezclado.**



**g. Tamizado de la mezcla.**



**h. Pasteurizado de los tratamientos.**

**Anexo2.** Cartilla de evaluación, de preferencia según escala hedónica de 9 puntos.

PRUEBAS AFECTIVA de satisfacción

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

ATRIBUTO \_\_\_\_\_

Pruebe las muestras que se presentan a continuación. Y Por favor marque con una X en el cuadrado que esta junto a la frase que mejor describa su percepción de cada atributo de la muestra.

	Muestras codificadas							
	675	153	254	215	114	766	960	764
Me agrada muchísimo								
Me agrada mucho								
Me agrada moderadamente								
Me agrada ligeramente								
Ni me agrada ni me desagrada								
Me desagrada ligeramente								
Me desagrada moderadamente								
Me desagrada mucho								
Me desagrada muchísimo								

COMENTARIOS.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS!

### Anexo 3. Resultados de la cartilla de análisis sensorial del néctar

COLOR	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Adriana	9	9	9	8	8	8	9	9
Julián	9	9	8	9	8	8	9	9
Dionisia	9	9	9	8	7	8	8	7
Francisca	9	9	9	8	8	8	9	9
Marina	9	9	9	8	9	9	8	9
Ronald	9	9	9	9	8	9	9	9
Jenny	9	9	8	9	9	8	9	9
Gaby	9	9	9	8	8	9	9	9
Paula	9	9	9	8	9	9	9	9
Vanesa	9	9	9	9	9	9	9	9
Junior	9	9	9	8	8	8	8	9

OLOR	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Adriana	8	7	8	8	6	6	7	8
Julián	8	8	6	8	6	7	7	8
Dionisia	8	8	7	8	7	7	7	7
Francisca	9	9	8	8	7	8	7	8
Marina	9	9	8	8	7	8	7	8
Ronald	9	9	8	9	9	8	9	9
Jenny	9	8	7	8	8	8	8	9
Gaby	8	8	7	7	7	7	8	8
Paula	8	8	8	8	7	7	8	8
Vanesa	8	7	7	7	8	7	9	7
Junior	9	8	8	8	7	7	7	8

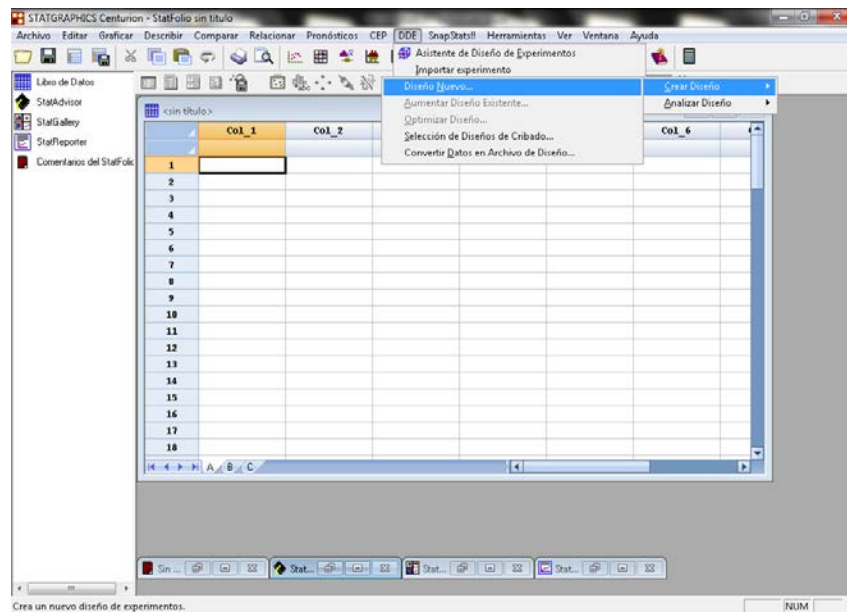
SABOR	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Adriana	1	3	6	7	7	5	8	7
Julián	1	3	7	2	6	4	8	3
Dionisia	1	2	4	6	7	6	8	6
Francisca	1	2	5	6	6	4	7	6
Marina	2	3	7	6	8	6	8	2
Ronald	1	2	5	6	8	5	4	2
Jenny	2	2	4	3	7	5	6	2
Gaby	1	2	2	4	6	4	8	2
Paula	1	3	6	7	8	5	9	4
Vanessa	3	4	8	2	2	6	8	7
Junior	1	4	6	6	7	5	8	7

**Anexo 4. Resultados de la cartilla de análisis sensorial del néctar para la vida útil.**

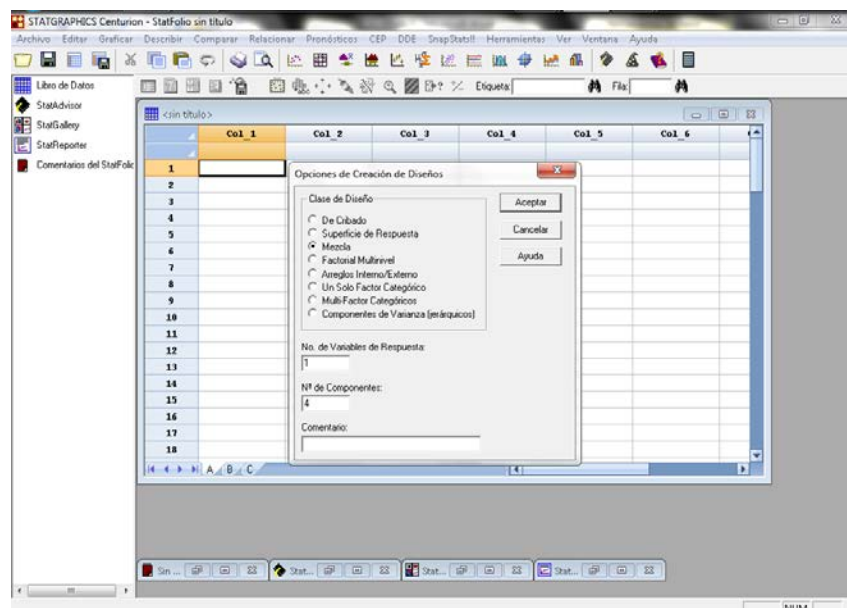
Fecha	Color						olor						sabor					
13 - 04 - 12	9	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	9	7	9
18 - 04 - 12	9	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	9	7	9
24 - 04 - 12	9	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	9	7	9
27 - 04 - 12	9	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	9	7	9
02 - 05 - 12	9	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	9	7	9
07 - 05 - 12	9	8	9	8	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	9
11 - 05 - 12	9	8	9	8	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8
16 - 05 - 12	9	8	9	8	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8
21 - 05 - 12	9	8	9	8	8	8	9	9	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8
25 - 05 - 12	9	8	9	8	8	8	9	9	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8
30 - 05 - 12	9	8	9	8	8	8	9	9	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8
07 - 06 - 12	9	8	9	8	8	8	9	9	8	9	8	9	7	7	8	8	8	8
14 - 06 - 12	9	8	9	8	8	8	9	9	8	9	8	9	7	7	7	7	7	8

## Anexo 5. Búsqueda de experimentos según diseño para mezclas

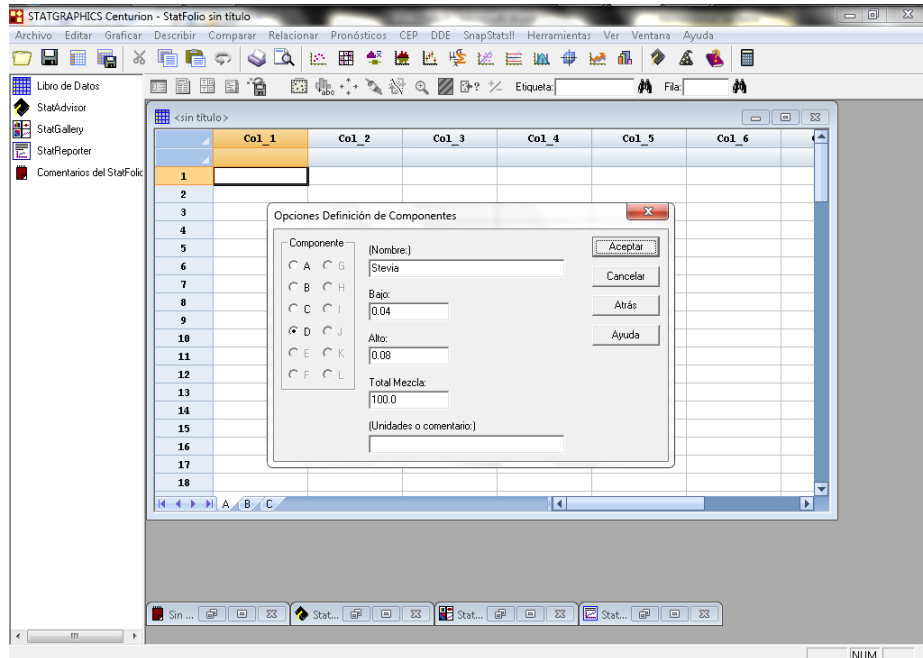
### 1. En busca de experimentos según diseño para mezclas



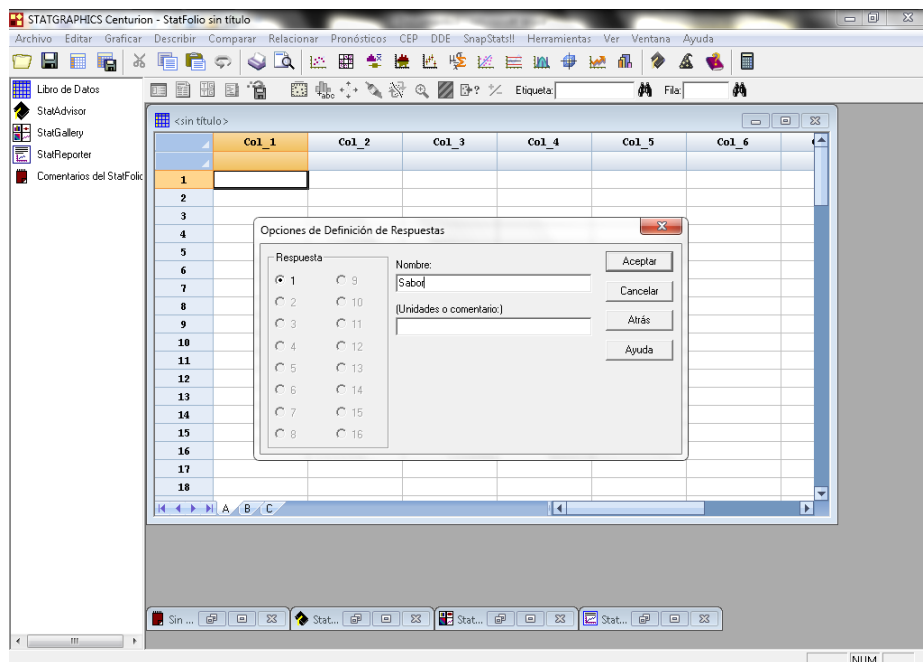
### 2. Elegir opción “Mezcla” en ventana de opciones y se agrega en casillero N° componentes, el nro de variables en estudios y el nro de variables respuesta, y aceptar



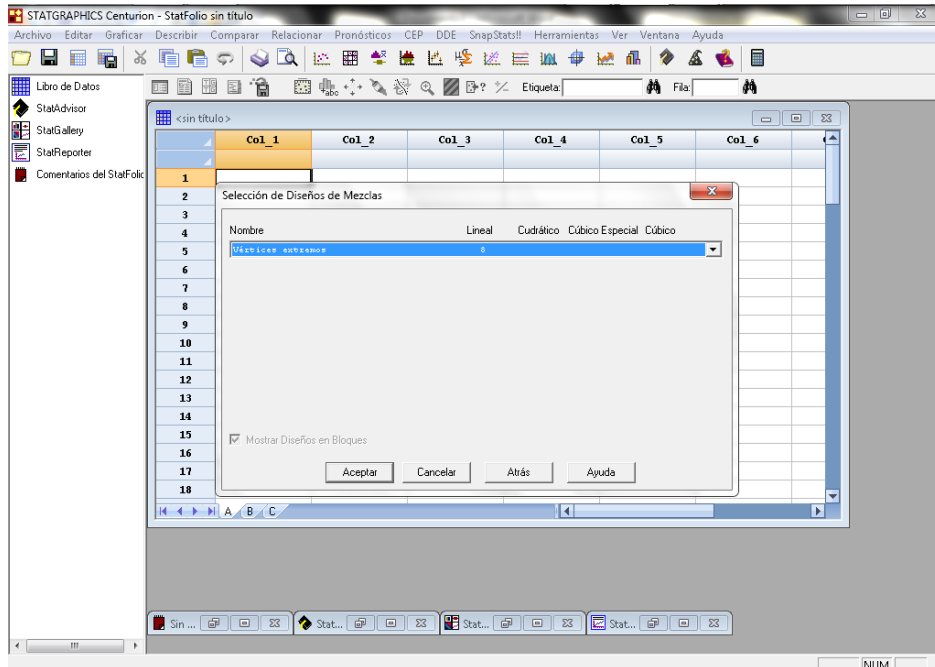
3. En la siguiente ventana de definición de componentes se agregan los valores mínimo y máximo del rango de estudio de las variables independientes.



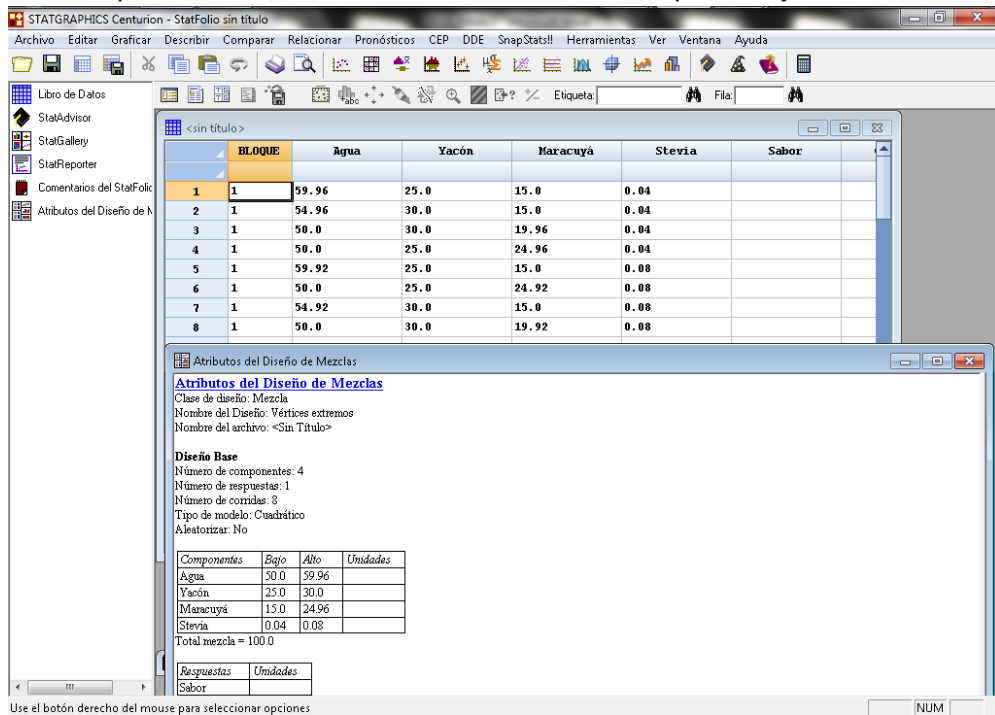
4. Así también se definen el nombre de cada variable dependiente



5. Y se selecciona el tipo de diseño de mezclas, en este caso “ Vértices extremos”



6. Y finalmente se tiene ya establecido en nº de tratamientos correspondiente al tipo de diseño, con las condiciones establecidas para su ejecución.



**Anexo 6. Análisis estadístico para la aceptabilidad del color del néctar de yacón, maracuyá y stevia.**

i) Análisis de coeficientes según el factor de inflación de varianza (VIF).

Factor	Coefficiente estimado	Grados de libertad	Error estándar	VIF
A-Agua	9,04508731	1	0,19795906	2,36148997
B-Yacón	8,41273943	1	0,39175186	3,75308631
C-Maracuyá	8,95491269	1	0,19795906	2,36148997
D-Stevia	-194,544571	1	67,7258454	7,17885651
BC	-0,91426581	1	0,91055959	2,49399467
BD	450,639434	1	149,46778	4,40588245
CD	90,5436801	1	90,726115	3,98077997

ii) Análisis de varianza para la variable respuesta Color.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p-valor Prob> F	
Modelo	0,52076281	6	0,0867938	2,10559	0.4835	No significativo
Linear Mixture	0,10330581	3	0,03443527	0,83539	0.6461	
BC	0,0415569	1	0,0415569	1,0082	0.4987	
BD	0,37469519	1	0,37469519	9,08998	0.2039	
CD	0,04105505	1	0,04105505	0,99598	0.5006	
Residual	0,04122066	1	0,04122066			
Total	0,56198347	7				

<b>Dev. estd.</b>	0,20302871
<b>Media</b>	8,68181818
<b>C.V. %</b>	2,33855054

<b>R<sup>2</sup></b>	0,92665148
<b>R<sup>2</sup>Ajustado</b>	0,48656036

**Anexo 7.** Análisis estadístico para la aceptabilidad del olor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.

i) Análisis de coeficientes según el factor de inflación de varianza (VIF).

<b>Factor</b>	<b>Coefficiente estimado</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Error estándar</b>	<b>VIF</b>
A-Agua	8,42340066	1	0,13674345	2,36148997
B-Yacón	6,61802228	1	0,27060898	3,75308631
C-Maracuyá	8,12205389	1	0,13674345	2,36148997
D-Stevia	-292,944312	1	46,7827324	7,17885651
BC	1,9181598	1	0,62898389	2,49399467
BD	628,214125	1	103,247307	4,40588245
CD	82,1275452	1	62,6705438	3,98077997

ii) Análisis de varianza para la variable respuesta – Olor.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Valor F</b>	<b>p-valor Prob&gt; F</b>	
Modelo	1,3315709	6	0,22192848	11,2833	0.2240	No significativo
Linear						
Mixture	0,41677813	3	0,13892604	7,0634	0.2682	
BC	0,18292275	1	0,18292275	9,3002	0.2017	
BD	0,72817392	1	0,72817392	37,022	0.1037	
CD	0,03377753	1	0,03377753	1,7173	0.4150	
Residual	0,01966877	1	0,01966877			
Total	1,35123967	7				

<b>Dev. estd.</b>	0,14024539
<b>Media</b>	7,75
<b>C.V. %</b>	1,80961794

<b>R<sup>2</sup></b>	0,98544391
<b>R<sup>2</sup>Ajustado</b>	0,89810735

**Anexo 8.** Análisis estadístico para la aceptabilidad del sabor del néctar de yacón, maracuyá y stevia.

i) Análisis de coeficientes según el factor de inflación de varianza (VIF).

Factor	Coefficiente estimado	Grados de libertad	Error estándar	VIF
A-Agua	1,24383991	1	0,52597492	2,36148997
B-Yacón	10,1107589	1	1,04088011	3,75308631
C-Maracuyá	2,84706918	1	0,52597492	2,36148997
D-Stevia	1351,29548	1	179,946782	7,17885651
BC	-6,93634698	1	2,41934623	2,49399467
BD	-1936,89533	1	397,134149	4,40588245
CD	-845,714679	1	241,05823	3,98077997

i) Análisis de varianza para la variable respuesta Sabor.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p-valor Prob> F	
Modelo	26,5757347	6	4,42928912	15,221	0.1937	no significativo
Linear						
Mixture	15,9740602	3	5,32468675	18,298	0.1698	
BC	2,39199224	1	2,39199224	8,219	0.2136	
BD	6,92200697	1	6,92200697	23,786	0.1287	
CD	3,58177255	1	3,58177255	12,308	0.1768	
Residual	0,29100081	1	0,29100081			
Total	26,8667355	7				

<b>Dev. estd.</b>	0,53944491	<b>R<sup>2</sup></b>	0,98916873
<b>Media</b>	4,73863636	<b>R<sup>2</sup>Ajustado</b>	0,92418113
<b>C.V. %</b>	11,3839692		

**Anexo 9.** Evaluación de aceptabilidad comparativa del néctar optimizado con un producto comercial.

a. Resultado del análisis de aceptabilidad de néctar optimizado y comercial.

Juez	Color		Olor		Sabor	
	Óptimo	Comercial	Óptimo	Comercial	Óptimo	Comercial
J1	7	5	7	5	8	7
J2	8	4	7	7	7	7
J3	7	5	7	7	7	7
J4	7	5	6	7	7	6
J5	8	5	7	7	8	7
J6	7	5	7	7	8	7
J7	7	4	6	7	8	7
J8	7	4	6	7	8	7
J9	7	5	7	7	7	7

Fuente: elaboración propia (2012).

b. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.

	Color		Olor		Sabor	
	Néctar Óptimo	Néctar Comercial	Néctar Óptimo	Néctar Comercial	Néctar Óptimo	Néctar Comercial
Media	7,22	4,67	6,67	6,78	7,56	6,89
Observaciones	9	9	9	9	9	9
Grados de libertad	8		8		8	
Estadístico t	10,55		-0,359210		4	
P(T<=t) dos colas	0,00 (s)		0,73		0,00 (s)	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31		2,31		2,31	

(s) significativo (p valor < 0,05)

Fuente: Excel 2010.

## **ANEXO 10. Requisitos generales de los néctares.**

La Norma técnica peruana NTP 203.110:2009: define los requisitos generales para néctares, evaluando características generales, fisicoquímicas, organolépticas, microbiológica y otros.

- **Características Generales:**

El néctar deberá ser elaborado en condiciones sanitarias, con frutas maduras, sanas, frescas, convenientemente lavados y libre de restos de insecticidas, fungicidas, u otras sustancias eventualmente nocivas.

Igualmente podrá elaborarse con pulpas concentradas o frutas previamente elaboradas o conservadas, siempre que reúnan los requisitos mencionados, el néctar deberá estar exento de cortezas, semillas u otras sustancias gruesas y duras.

- **Características Físico-químicas:**

Se consideran las siguientes características:

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS</b>	<b>PARA NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA</b>
<b>Sólidos solubles por lectura (°Brix) a 20 °C</b>	Mínimo 12% - Máximo 18%
<b>pH</b>	3,5 - 4
<b>Acidez titulable (expresada en Acido cítrico anhidro g/100 cm<sup>3</sup>)</b>	Mínimo 0,4% - Máximo 0,6%
<b>Relación entre sólidos Solubles/acidez titulable</b>	30 - 70
<b>Sólidos en suspensión en %(V/V)</b>	18
<b>Contenido de alcohol etílico en %(V/V) a 15°C/15°C</b>	Máximo 0,5
<b>Conservante</b>	Benzoato de Sodio y/o Sorbato De Potasio (solos o en conjunto) en g/100 ml.: máximo 0.05%. No debe contener antiséptico
<b>Sabor</b>	Similar al del jugo fresco y maduro, sin gusto a cocido, oxidación o sabores objetables.
<b>Color y olor</b>	Semejante al del jugo y pulpa recién obtenidos del fruto fresco y maduro de la variedad elegida. Debe tener un olor aromático.

- **Características organolépticas:**

Se considera evaluada a través de un análisis sensorial:

- **Sabor:**  
El sabor debe ser semejante al del fruto fresco y maduro, prácticamente exento de gusto a cocido o de oxidación, ni cualquier otro sabor extraño.
- **Color:**  
Semejante al del jugo y pulpa recién obtenida de fruto fresco y maduro o que haya extraído.
- **Olor:**  
Aromático, semejante al del jugo y pulpa recién obtenida de fruto fresco y maduro.
- **Apariencia:**  
Deberá ser buena, y no deberá presentar: presencia de frutas sobre maduras, admitiéndose trozos de partículas oscuras, sin la adición de colorantes artificiales

- **Características Microbiológicas:**

Se consideran las siguientes características:

- Contenido de bacterias, expresado en col/gr
- Contenidos de mohos, expresado en campos positivos por cada 100 campos.
- Contenidos de levaduras/gr.

- **Otras características:**

Se evalúan:

- Contenido de insectos enteros, sus estados evolutivos o sus fragmentos por 100gr.

- Vacío mínimo.
- En la etiqueta debe indicarse la lista de los ingredientes, medidas, fecha de elaboración y duración, requisitos de conservación, decir “néctares de fruta” no debe representarse figurativamente más frutas de la que está elaborada.

- **Envases:**

- Los envases para néctares de fruta deberán ser de un material suficientemente inerte a la acción del producto que contenga y deberán ser herméticos, el volumen ocupado por el néctar no deberá ser menor del 90 % de la capacidad del envase.

## ANEXO 11. NTS N° - MINSA/DIGESA-V.01

Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

<b>XVI. BEBIDAS.</b>						
<b>XVI.1 Bebidas carbonatadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por 100 mL	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	2	3	5	2	10	50
Mohos	2	3	5	2	5	10
Levaduras	2	3	5	2	10	30
(*) Para aquellas bebidas con menos de 3 atmósferas de CO <sub>2</sub> . En caso de no poder determinarse se realizara el análisis.						
<b>XVI.2 Bebidas no carbonatadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Limite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	< 3	-----
<b>XVI.3 Aguas envasadas carbonatadas (*) y no carbonatadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Limite por mL	
					m	M
Bacterias heterotróficas	2	3	5	2	10	100
Coliformes	5	2	5	0	< 1,1 / 100 mL	-----
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	2	5	0	Ausencia / 100 mL	-----
(*) Los análisis se efectuaran solo para el caso de aquellas con pH > 3,5						
<b>XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.</b>						
Agente microbiano		Unidad de medida		Limite máximo permisible		
Bacterias coliformes termotolerantes ó <i>Escherichia coli</i> .		UFC / 100 mL a 44, 5°C		0 (*)		
Bacterias heterotróficas		UFC / mL a 35 °C		500		
Huevos de helmintos		N° / 100 mL		0		
(*) En caso de analizar por el método de NMP = < 2,2 / 100 mL.						

Donde:

n = números de unidades de muestra.

c = criterios de aceptación o rechazo.

m = límite mínimo de microorganismos.

M = límite máximo de microorganismos permisibles.

## **ANEXO 12**

Norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de  
frutas (CODEX STAN 247-2005).