

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“EFECTO DE LOS EDULCORANTES (SUCRALOSA
Y STEVIA) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
SENSORIALES DE UNA BEBIDA A BASE DE
SANKY (*Corryocactus brevistylus*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
ALIMENTOS**

WILMER EVANGELISTA GUÍA
JOHAN ROMARIO RIVAS MANCO

Callao, Marzo de 2015
PERÚ

**“EFECTO DE LOS EDULCORANTES (SUCRALOSA
Y STEVIA) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
SENSORIALES DE UNA BEBIDA A BASE DE
SANKY (*Corryocactus brevistylus*)”**

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Teódulo Evangelista Chávez y Edita Guía Vargas y a mis hermanos; quienes siempre me apoyaron y creyeron en mí.

Wilmer Evangelista

Dedico esta tesis a mis padres Juan de Dios Rivas Zevallos e Irma Edita Manco Ramos; quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional.

Romario Rivas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades y de esta manera culminar esta etapa de mi vida.

Al Ing. Christian Pesantes Arriola por ser un gran profesor y bríndame su amistad, asesoramiento y transmitirme la confianza para salir adelante en este proyecto.

Al Ing. Erick G. Álvarez Yanamango por su amistad, los consejos, orientación y el apoyo incondicional, paciencia y dedicación para el desarrollo del presente estudio de investigación.

Al Mg. Rodolfo Bailón Neira por ser una gran persona y un buen profesor que me guio durante mi etapa universitaria me brindo su amistad incondicional y consejos que me ayudan a salir adelante en lo profesional.

A la Mg. Ana Rosario Mercado del Pino por permitir utilizar las instalaciones del Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional del Callao (C.E.T).

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE CUADROS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	10
ÍNDICE DE ANEXO.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1 Identificación del problema.....	16
1.2 Formulación del problema.....	18
1.3 Objetivo de la investigación.....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Justificación de la investigación.....	20
1.5 Importancia.....	21
II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Antecedentes de la investigación.....	22

2.2	Bases teóricas.....	26
2.2.1	Sanky (<i>Corryocactus brevistylus</i>).....	26
2.2.1.1	Descripción y distribución.....	26
2.2.1.2	Usos y aplicaciones.....	28
2.2.2	Bebidas no fermentadas.....	30
2.2.2.1	Bebidas frutadas.....	31
2.2.2.2	Néctar de fruta.....	32
2.2.3	Edulcorantes.....	33
2.2.3.1	Edulcorantes calóricos.....	34
2.2.3.2	Edulcorante no calórico.....	35
2.2.4	Stevia (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>).....	36
2.2.4.1	Generalidades.....	36
2.2.4.2	Esteviosido.....	38
2.2.4.3	Ventajas, usos y aplicaciones.....	39
2.2.5	Sucralosa.....	41
2.2.5.1	Generalidades.....	41
2.2.5.2	Ventajas, usos y aplicaciones.....	43
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	45
3.1	Variables.....	45
3.1.1	Variable independiente.....	45
3.1.2	Variable dependiente.....	45
3.2	Operacionalización de variables.....	45
3.3	Hipótesis.....	47

IV. METODO DE INVESTIGACIÓN.....	48
4.1 Tipo de investigación.....	48
4.2 Diseño de la investigación.....	48
4.3 Población y muestra.....	53
4.4 Técnica de recolección de datos.....	53
4.4.1 Análisis fisicoquímicos.....	53
4.4.1.1 Determinación de solidos solubles por método Refracto métrico (A.O.A.C 932.14 Apéndice C, 1998).	54
4.4.1.2 Determinación de pH (A.O.A.C 10.035, 1995).....	54
4.4.1.3 Determinación de la acidez titulable (A.O.A.C 942.15, 1998).....	55
4.4.1.4 Índice de madurez (A.O.A.C 942. 15.2005).....	55
4.4.1.5 Determinación picnométrica de la densidad por el método (A.O.A.C 932 Apéndice B1998).....	55
4.4.2 Análisis químico – proximal.....	56
4.4.3 Análisis microbiológico.....	57
4.4.3.1 Preparación de muestra y diluciones.....	57
4.4.3.2 Siembra en películas secas rehidratadas petrifilm 3M™.....	58
4.4.4 Análisis sensorial.....	59
4.5 Procedimientos de recolección de datos.....	60
4.5.1 Caracterización fisicoquímica de la materia prima.....	60
4.5.2 Elaboración de las bebidas experimentales de sanky	61

4.5.3	Determinación del factor de dilución y cantidad de edulcorante equivalente a la concentración de sacarosa.....	65
4.5.4	Evaluar la incorporación de edulcorante (stevia o sucralosa) en la formulación como sustitución total o parcial de la sacarosa en la formulación de las bebidas.....	66
4.5.4.1	Prueba de ordenamiento.....	66
4.5.4.2	Prueba de aceptabilidad.....	67
4.5.5	Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida de mayor aceptabilidad...	68
4.5.6	Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	68
V.	RESULTADOS.....	70
5.1	De la caracterización de la pulpa de sanky.....	70
5.2	De la elaboración de las bebidas experimentales.....	71
5.3	De la determinación de factor de dilución y cantidad de edulcorante equivalente a la concentración de sacarosa.....	72
5.4	De la evaluación de la incorporación e edulcorante (stevia o sucralosa) en la formulación como sustitución total o parcial de la sacarosa en la formulación de la bebidas.....	74

5.5	De la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida de mayor aceptabilidad (T ₆)	78
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	82
6.1	De la caracterización de la pulpa de sanky.....	82
6.2	De la elaboración de las bebidas experimentales.....	84
6.3	De la determinación del factor de dilución y cantidad de edulcorante equivalente a la concentración de sacarosa.....	85
6.4	De la evaluación de la incorporación de edulcorante (stevia o sucralosa) en la formulación como sustitución total o parcial de la sacarosa en la formulación de las bebidas.	86
6.5	De la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida de mayor aceptabilidad (T ₆)	88
VII	CONCLUSIONES.....	92
VIII	RECOMENDACIONES.....	94
IX.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	95
X.	ANEXO.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1:	Clasificación taxonómica del sanky.....	28
TABLA N° 2:	Composición química proximal del zumo de sanky....	29
TABLA N° 3:	Clasificación taxonómica de la stevia.....	41
TABLA N° 4:	Matriz de operacionalización de las variables para la sustitución de sacarosa por edulcorante.....	46
TABLA N° 5:	Diseño experimental 2^2 para las bebidas formuladas con un factor dilución 1:4.....	49
TABLA N° 6:	Diseño experimental 2^2 para las bebidas formuladas con un factor dilución 1:5.....	50
TABLA N° 7:	Escala hedónica de 9 puntos.....	60

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1:	Características fisicoquímica de pulpa de sanky...	70
CUADRO N° 2:	Rendimiento promedio con respecto al fruto.....	71
CUADRO N° 3:	Formulación de las bebidas experimentales.....	73
CUADRO N° 4:	Análisis de datos de la prueba de ordenamiento usando la prueba de Friedman para las bebidas formuladas con un factor de dilución 1:4.....	75
CUADRO N° 5:	Análisis de datos de la prueba de ordenamiento usando la prueba de Friedman para las bebidas formuladas con un factor de dilución 1:5.....	75
CUADRO N° 6:	Resultados del Test de comparación de suma de rangos de la prueba de ordenamiento.....	76
CUADRO N° 7:	Valoración promedio de los atributos de las bebidas evaluadas mediante una prueba de aceptabilidad.....	77
CUADRO N° 8:	Resultados de análisis fisicoquímico de la bebida formulada con un factor de dilución 1:5 con 50% de sustitución con sucralosa.....	79
CUADRO N° 9:	Resultados del análisis proximal de la bebida formulada con un factor de dilución 1:5 con 50% de sustitución de sucralosa.....	80

CUADRO N° 10: Resultado microbiológico de la bebida formulada con un factor de dilución 1:5 con 50% de sustitución con sucralosa.....	81
--	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1:	Estructura química de la sacarosa.....	35
FIGURA N° 2:	Hojas y flor de stevia.....	38
FIGURA N° 3:	Estructura química del esteviosido.....	39
FIGURA N° 4:	Estructura química de la sucralosa.....	42
FIGURA N° 5:	Diagrama experimental del estudio.....	52
FIGURA N° 6:	Diagrama de operaciones de proceso elaboración de bebida de sanky.....	64
FIGURA N° 7:	Operación de seleccionado y clasificado.....	105
FIGURA N° 8:	Operación de lavado y desinfectado.....	105
FIGURA N° 9:	Operación de acondicionamiento.....	106
FIGURA N° 10:	Operación de licuado.....	106
FIGURA N° 11:	Operación de pulpeado y refinado.....	107
FIGURA N° 12:	Operación de estandarizado, homogenizado y pasteurizado.....	107
FIGURA N° 13:	Operación de envasado.....	108
FIGURA N° 14:	Operación de enfriado.....	108

ÍNDICE DE GRAFICO

GRAFICO N° 1: Valoración promedio de los atributos de las bebidas evaluadas mediante una prueba de aceptabilidad.....	78
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	Operaciones para la obtención de bebida de sanky.....	105
ANEXO II	Balance de materia del tratamiento T ₁	109
ANEXO III	Balance de materia del tratamiento T ₆	110
ANEXO IV	Resultados de la prueba de ordenamiento de la dilución 1:4 (zumo: agua).....	111
ANEXO V	Resultados de la prueba de ordenamiento de la dilución 1:5 (zumo: agua).....	114
ANEXO VI	Prueba de aceptabilidad de la bebida con dilución 1:4 (zumo: agua), tratamiento T ₁	117
ANEXO VII	Prueba de aceptabilidad de la bebida con dilución 1:5 (zumo: agua), tratamiento T ₆	118
ANEXO VIII	Evaluación de los atributos mediante la prueba de T- Student.....	119
ANEXO IX	Ficha de evaluación de la prueba de ordenamiento de la bebida de sanky.....	129
ANEXO X	Ficha de evaluación de la prueba de escala hedónica de la bebida de sanky.....	130
ANEXO XI	Análisis proximal del tratamiento T ₆	131

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución de la sacarosa por edulcorantes stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) y sucralosa sobre las características sensoriales de una bebida a base de sanky (*Corryocactus brevistylus*). Donde los factores fueron: el tipo de edulcorante (sucralosa y stevia), el porcentaje de sustitución de sacarosa (50 y 100 %) y el factor de dilución zumo de sanky: agua (1:4 y 1:5), haciendo un total de 8 formulaciones experimentales.

Las bebidas formuladas con un factor de dilución pulpa: agua 1:4 y 1:5, fueron evaluadas de forma independiente, mediante una prueba de ordenamiento ($\alpha=0.05$), con un panel semi-entrenado de 30 personas, determinándose la bebida con mayor aceptabilidad con dilución 1:4 y 1:5. Posteriormente ambas formulaciones fueron evaluadas mediante sus atributos: apariencia, sabor, color, olor y consistencia, usando una prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 9 puntos, determinándose la bebida de mayor aceptabilidad. Asimismo, se realizaron ensayos fisicoquímicos y microbiológicos a la bebida de mayor aceptabilidad.

De la prueba de ordenamiento se determinó que las bebidas formuladas con una sustitución del 50% por stevia y factor de dilución 1:4, y con sustitución del 50% por sucralosa y factor de dilución 1:5; fueron las más

aceptadas por los panelista. Las mismas que se evaluaron mediante la prueba de aceptabilidad, determinando que la bebida de mayor aceptabilidad fue la formulada con una sustitución del 50% por sucralosa y un factor de dilución 1:5.

De los ensayos fisicoquímicos se determinó que la bebida de mayor aceptabilidad presento una acidez 0.512 %, pH 3.18, ° Brix 7.4 y una densidad de 1.016, cumpliendo con las especificaciones establecidas por la norma técnica peruana 203.110 (2009). Del análisis proximal se determinó un bajo contenido calórico (18.26 Kcal), cenizas (2.32%) y un contenido de agua 93.34%. Asimismo, la evaluación microbiológica determino que la bebida formulada cumple con los criterios microbiológicos establecidos por la NTS 071 DIGESA/MINSA (2008).

ABSTRACT

The effect of replacing sucrose with stevia sweeteners (*Stevia rebaudiana Bertoni*) and sucralose on the sensory characteristics of a drink made of Sanky (*Corryocactus brevistylus*) was evaluated. Where the factors were: the type of sweetener (sucralose and stevia), the percentage substitution of sucrose (50 to 100%) and the dilution of factor sanky juice: water (1: 4 and 1: 5), making a total of 8 experimental formulations.

Drinks made with a dilution factor pulp: water 1: 4 and 1: 5, were evaluated independently by ordering test ($\alpha = 0.05$), with a semi-trained 30 people, panel determined the drink greater acceptability dilution 1: 4 and 1: 5. Subsequently both formulations were evaluated by their attributes: appearance, taste, color, smell and consistency, using a test of acceptability 9-point hedonic scale, determining drink greater acceptability. Likewise, physicochemical and microbiological drink greater acceptability tests were performed.

The Test system determined that the drinks made with a 50% replacement of Stevia and dilution factor 1: 4, and with replacement of 50% Sucralose and dilution factor 1: 5; were the most accepted by the panelist. It was evaluated by testing acceptability, determining that the greater

acceptability drink was made with a substitution of 50% sucralose and a dilution factor of 1: 5.

The physicochemical tests determined that the drink greater acceptability present a 0.512% acidity, pH 3.18, 7.4 ° Brix and a density of 1,016, meeting the specifications set by the Peruvian technical standard 203 110 (2009). Proximate analysis of low-calorie (Kcal 18.26), ash (2.32%) and 93.34% water content was determined. Also, microbiological evaluation determined that the beverage formulated meets the microbiological criteria established by the NTS 071 DIGESA / MINSA (2008).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Identificación del problema

En la actualidad el aumento de la población y la aparición de diversas enfermedades derivadas de la mala alimentación conllevan a los consumidores a la búsqueda de alimentos inocuos, naturales, nutritivos, que cuiden la salud del consumidor.

El sanky (*Corryocactus brevistylus*) es un fruto 100% ecológico que es consumido por los pobladores de la zona andina de nuestro país. Este fruto se caracteriza por su alto contenido de jugo, su bajo contenido en azúcares y un sabor ligeramente ácido.

Es considerado un fruto milagroso ya que tiene cualidades nutricionales fundamentales, como cinco veces más vitamina C que la naranja, dos veces más calcio que la leche de vaca y es uno de los frutos con más potasio, incluso supera por el doble la cantidad que puede aportar el plátano (UNALM, 2006). Son por estas razones que el sanky se proyecta como un producto prometedor para nuestro país tanto económico como socialmente ya que representa una oportunidad para mejorar y ampliar las extensiones de los cultivos, favoreciendo a los productores de este fruto.

Desde el punto de vista industrial, el *sanky* podría utilizarse como materia prima para la elaboración de diversos productos, entre ellos las bebidas, néctares, etc. motivos por los cuales el presente trabajo de investigación trata de resaltar y dar un valor agregado a un cultivo de nuestros antepasados.

Por otro lado en los últimos años se evidencia una creciente demanda por el consumo de alimentos y bebidas saludables que aporten propiedades adicionales que contribuyan al bienestar de nuestra salud. Es así que existe una proporción de la población, que por motivos de salud o estética, han incorporado en su alimentación productos dietéticos y naturales; principalmente aquellos productos que aportan un bajo contenido calórico – energético, como bebidas no carbonatadas edulcoradas con edulcorantes no calóricos, tanto naturales como sintéticos, los cuales se utilizan en reemplazo de los azúcares. Uno de los edulcorantes que se viene estudiando su uso en la industria es el *stevia* (*Stevia rebaudiana Bertoni*), el cual es apta para diabéticos, es hipotensora (recomendada para personas con tensión alta), ayuda a bajar de peso ya que no tiene calorías y no produce ningún daño nocivo causado por su consumo (Brandle, 2005).

Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación pretendió evaluar el uso de edulcorantes *stevia* o *sucralosa* como reemplazante o sustituto de

la sacarosa en la formulación de una bebida a base de sanky (*Corryocactus brevistylus*) y su efecto sobre las características sensoriales del producto formulado.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál será el porcentaje de edulcorante stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) o sucralosa que permita la sustitución parcial o total de la sacarosa, y que permita obtener una bebida de sanky (*Corryocactus brevistylus*) con adecuadas características sensoriales?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de los edulcorantes stevia y sucralosa sobre las características sensoriales de una bebida a base de *sanky* (*Corryocactus brevistylus*).

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar fisicoquímicamente la materia prima (pH, acidez titulable, °Brix, densidad e índice de madurez).
- Establecer el factor de dilución y la cantidad de edulcorante equivalente a la concentración de sacarosa.
- Evaluar la incorporación de edulcorante (stevia o sucralosa) en la formulación como sustituto parcial o total de la sacarosa en la formulación de las bebidas.
- Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida de mayor aceptabilidad.

1.4 Justificación de la investigación

Durante la investigación se buscó formular una bebida a base de zumo de sanky endulzada con stevia o sucralosa, obteniendo una bebida con bajo nivel calórico. Con los resultados de la investigación se pretende promover el consumo de sanky dándole un valor agregado a través de la formulación de una bebida a partir de su pulpa, con la finalidad de aprovechar los principios nutritivos y las condiciones organolépticas del mismo. Con nuevos usos y aplicaciones del sanky se lograría incrementar la demanda del fruto y de esta manera será necesario incrementar las hectáreas de producción, generando más trabajo para los agricultores y promoviendo el desarrollo de las comunidades agricultoras de este fruto.

Por otro lado, se pretendió desarrollar un producto dirigido a todo tipo de personas, en especial a personas con diabetes y que deseen controlar su peso a través del consumo de bebidas con bajo nivel calórico.

1.5 Importancia

Múltiples investigaciones han establecido que el sanky posee grandes propiedades beneficiosas para el organismo, como un alto contenido de vitamina C, calcio, magnesio, potasio, gomas naturales y se considera un antioxidante natural muy poderoso. Es por ello que se podría utilizar como materia prima para su industrialización en diferentes productos, revalorizando las propiedades beneficiosas que este posee.

La formulación de bebidas de sanky de bajo contenido calórico, permitiría dirigir dicho producto, principalmente a aquellas personas que sufren desordenes en el metabolismo basal tal como diabetes, por eso es indispensable el uso de edulcorantes no calóricos como la stevia o sucralosa.

El desarrollo de la investigación que permita darle valor agregado a un fruto nativo y promisorio, permitiría considerar al sanky como una fuente de desarrollo para la región andina tanto económico como social ya que al ser utilizado en la industria como materia prima, la demanda del sanky va ir creciendo paulatinamente y de esta manera ser muy relevante como fuente de ingreso para la población de Ayacucho y Huancavelica que actualmente cosechan en mayor cantidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Borja, et al. (2012). Desarrolló una bebida light de mortiño (*Vacinium floribundum*) aplicando como medio de pasteurización luz ultravioleta. Donde los factores fueron: pulpa de mortiño con nivel de 30%, 37.5%, 45% y sucralosa con niveles de 0.058%, 0.07% y 0.083% donde los niveles de sucralosa fueron elegidos con pruebas preliminares. Las concentraciones de pulpa y edulcorante utilizadas no influyeron en el contenido de antocianinas del producto. El análisis sensorial realizado fue mediante la prueba de satisfacción, donde determinó como formulación final la combinación de 30% de pulpa y 0.07% de edulcorante.

Caruajulca. (2012). Evaluó el efecto de la concentración de extracto de stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de néctar de membrillo. Estudió tres tratamientos con tres proporciones de stevia, el primero tratamiento con 0,3% de extracto tuvo un contenido de sólidos solubles equivalentes a 13 °Brix, el segundo tratamiento con 0.5% de extracto. Un contenido de sólidos solubles equivalentes a 16 °Brix y el tercer tratamiento con 0.7% de extracto, un contenido de sólidos solubles equivalente a 18 °Brix.

Luego realizó un análisis sensorial de aceptación estructural utilizando una escala de 1 al 9 con un panel no entrenado de 62 personas seleccionadas al azar. Analizó estadísticamente los resultados mediante la prueba de Friedman y se determinó que no existe efecto significativo de la concentración de extracto de stevia sobre las características sensoriales (color, olor y sabor) de néctar de membrillo. En cuanto a las características fisicoquímicas de las bebidas, se concluyó que los tres tratamientos con 0.3% y 0.7% de extracto de stevia; así como 0.3% y 0.5% de extracto de stevia difiere significativamente en sus valores de pH y acidez. Los tres tratamientos difieren significativamente en cuanto a la concentración de sólidos solubles.

Astorga y Reyes. (2011). Optimizaron la proporción de la mezcla de pulpa de mango y extracto de soya, y de su dilución con agua; en el proceso de elaboración de una bebida baja en calorías considerando stevia como edulcorante. La optimización se basó principalmente en disminuir la presencia de los restrictores de consumo identificados para las bebidas con proteína de soya, como son el sabor residual y la arenosidad; por tal motivo realizó un análisis sensorial con 30 panelistas no entrenados con el fin de conocer la aceptabilidad del producto, evaluando a través del método de escala hedónica las características de color, olor y sabor en las 11 formulaciones realizadas. En cuanto a la evaluación, mediante el análisis estadístico se obtuvo la formulación óptima de 14.49% de

concentración de extracto de soya en la mezcla (pulpa de mango/extracto de soya) y una dilución con agua de 1:1.38; para lograr una aceptabilidad máxima. La bebida presenta un poder calórico de 18.56 kcal/100g.

Baño. (2010). Desarrolló una bebida no carbonatada cítrica endulzada con stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) para el presente estudio se utilizó dos variedades comerciales de stevia (*Granos weet sweta* que es 150 veces más dulce que la sacarosa y *Granos weet RERE-A* que es 300 veces más dulce que la sacarosa) como sustituto del azúcar en su formulación de la bebida, los porcentajes fueron (25, 50, 75 y 100). De los análisis realizados se obtuvo rangos de pH comprendidos entre 2.9 - 3.1 y la acidez se mantuvo constante 0.4%. De acuerdo con los resultados obtenidos de las diferentes evaluaciones sensoriales se puede inferir que los catadores no encontraron ninguna diferencia significativa en lo referente al color, olor, sabor y aceptabilidad entre los distintos tratamientos.

Nolazco. (2007). Elaboraron un néctar a partir de sanky, determinando las operaciones unitarias involucradas para su obtención. Se realizó una evaluación sensorial en cuatro muestras con diferente dilución, mediante la prueba de preferencia ampliada, se evaluó la característica de sabor, color y olor en los néctares por un panel conformado por 30 jueces. En el estudio determinaron que la mejor formulación del néctar se obtuvo

mezclando: una parte de pulpa, con 4.4 de agua potable, azúcar a 13° Brix, 0.05% de estabilizante y 0.1% de goma de tara. El néctar presentó la siguiente composición: 13.9, 0.1, 0.36, 14.1 y 13% de carbohidratos, cenizas, acidez, sólidos totales y sólidos solubles, respectivamente, ausencia de grasa y proteína, vitamina C 1.3 mg%, pH 3.05, calcio 249 ppm, potasio 417 ppm y capacidad antioxidante 18.5 µgeq. Trolox/gr. El análisis de los componentes mencionados y la evaluación sensorial indicaron que el zumo es estable durante el tiempo evaluado (60 días).

Velez. (2002). Desarrolló una bebida láctea tipo yogurt, usando a la sucralosa, acesulfame K y aspartame como un sustituto de sacarosa, cuya finalidad era obtener un producto con un bajo aporte calórico. El trabajo se desarrolló en dos etapas; la primera para determinar el mejor edulcorante para sustituir la sacarosa y la segunda, una producción en planta piloto para hacer el seguimiento del producto. En ambas etapas, se partió de una leche semidescremada estandarizada y homogenizada, la cual se trató térmicamente a una temperatura de 85 °C durante 30 min. A la bebida láctea se le hicieron controles fisicoquímicos de viscosidad, pH y acidez, a los 4, 12 y 21 días después de la elaboración. Al igual que recuento microbiológico y pruebas sensoriales, estas últimas se analizaron usando tablas específicas para tales pruebas. El edulcorante con el que se obtuvo un dulzor cercano al de una bebida endulzada con 8% m/v de sacarosa fue la sucralosa, con el cual se debió usar un 0.0116% m/v.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 SANKY (*Corryocactus brevistylus*)

2.2.1.1 Descripción y distribución

El sanky es conocido también como *suja* en puquina, *cure* en Moquegua o *chona* y *sancayo* en Arequipa, es una especie endémica de las vertientes occidentales del sur del Perú (Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna). Los pobladores de la comunidad de Chiguata (Arequipa), realizan la cosecha de los frutos dos veces al año de preferencia entre los meses de marzo, abril y mayo, época en la que se produce, madura y expandida a los pobladores en los mercados locales (Cáceres, *et al.*, 2000).

La calidad y cantidad de la producción de esta fruta varía cada año según la cantidad de lluvia que se presenten en la estación de verano. La propagación se puede dar por semillas obteniéndose de los frutos maduros o por propagación vegetativa por división de plantas y por cladodios.

El sanky es una especie perenne, de forma columnar, constituye extensas colonias en ladera de cerros, en suelos arenosos, rocosos y pedregosos (Nolazco, 2007).

Linares (1988) citado por Cáceres, et al. (2000), menciona que el cultivo se da entre los 2600 a 3400 msnm. En Chiguata se le encuentra entre los 2500 a 3260 msnm y en Puquina entre 2600 a 3250 msnm.

El fruto es redondo de color verde amarillo y de sabor ácido ligeramente neutro, según el grado de madurez. Se consume como tal y es apetecido por la población. Se comercializa en pequeñas cantidades en el camino al Valle de Colca (Arequipa). Además es empleada en mermeladas, jugos y también en el llamado colca sour (Pardo O., 2002; citada por Nolazco, 2007).

El sanky es conocido por primera vez con el nombre de *thrichocereus* en 1942, y para diferenciarlo de los numerosos géneros se le agrega un nombre específico *specius*, lo cual indicaba que se había estudiado muy poco (Alonso, 1957; citada por Céspedes y Cary, 1998).

2. 2.1.2 Usos y aplicaciones

Según Pardo (2002), al nivel industrial, se utiliza como fuente de ácido cítrico y como insumo para la fabricación de jugos, mermeladas, jarabes etc. Las propiedades medicinales que posee el jugo de sanky van desde propiedades laxantes, cuando se consume en altas concentraciones. Además presenta propiedades tenso reguladores y también previene la gastritis y enfermedades del hígado, según encuesta recogidas de los pobladores la cáscara del fruto es utilizado para lavados del cuero cabelludo, fortaleciendo las raíces del cabello y promoviendo el crecimiento capilar (Pardo, 2002).

TABLA N° 1
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SANKY

División	Magnoliophyta = angiospermae
Clase	magnoliopsida = dicotiledóneae
Sub clase	Cariophyllydae
Orden	Cariophyllales
Familia	Cactaceae
Género	Corryocactus
Especie	Corryocactus brevistylus
Subespecie	Corryocactus brevistylus ssp. Puquiensis

Fuente: Cáceres, *et al.*, 2000

Las personas que residen en los lugares de producción lo utilizan en la medicina tradicional. De preferencia en casos de temperatura elevada, bañando todo el cuerpo del paciente con el jugo de esta fruta, de esta manera cede la fiebre y se estabiliza la temperatura. También lo utilizan para los casos de resfriado común (gripe) y en los estreñimientos (Céspedes y Cary, 1998).

TABLA N° 2
COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DEL ZUMO DE SANKY

Componentes	<i>C. brevistylus</i>
Humedad (%)	96.74 – 93.8
Ceniza (%)	0.19 – 0.4
Grasa (%)	0.03
Proteína (%)	0.03 – 1.3
Fibras (%)	0.04 – 1.6
Ácido cítrico (%)	2.33 – 2.25
Ácido ascórbico mg/100g	37.58 – 57.1
Carbohidratos (%)	3.1 - 4.23

Fuente: Céspedes y Cary (1998).

2.2.2 BEBIDAS NO FERMENTADAS

Se consideran bebidas no alcohólicas, o refrescantes, a aquellas bebidas no fermentadas, carbónicas o no, las cuales son preparadas con agua potable o tratada e ingredientes característicos y productos autorizados (aditivos, edulcorantes, colorantes, saborizantes, etc.).

Principalmente están compuestos por zumos de frutas, extractos de frutas o partes de plantas comestibles, frutas, tubérculos y semillas disgregadas, esencias naturales, agentes aromáticos y edulcorantes naturales (glucosa, fructosa, azúcar invertido).

Existen múltiples clasificaciones para este tipo de bebidas listas para tomar (RTD o *ready to drink*), pero si consideramos el uso de frutas y la no carbonización, se clasificarían según el (CODEX STAN 247-2005) en:

- **Bebidas de zumos de frutas (bebidas frutadas):** elaboradas con zumo de fruta (4 al 12%), agua tratada, azúcar y otros productos autorizados, se puede obtener de los correspondientes concentrados. Si llevan aromatizantes, estos deben ser naturales.
- **Bebidas con extractos (refrescos):** bebidas elaboradas a partir de extractos de la parte comestible de frutas, tubérculos o semillas.

Además de agua y edulcorantes, llevan otros ingredientes como cafeína, ácido fosfórico, colorantes, etc. Ej.: energizantes, tónicas.

- **Bebidas de frutas disgregadas (Néctares).** bebidas que contienen frutos triturados en una proporción superior al 4% siendo el resto de su composición igual a las anteriores.
- **Bebidas aromatizadas.** preparadas con agua tratada, edulcorantes, agentes aromáticos, esencias naturales y aditivos. Ej.: bebidas de fantasía.

2. 2.2.1 Bebidas frutadas

Las bebidas de frutas o frutadas se pueden definir como el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante la dilución con agua del zumo o jugo (concentrados o sin concentrar o la mezcla de estos, provenientes de una fruta o más frutas), y la adición de ingredientes y otros aditivos permitidos. El zumo deberá ser obtenido de la fruta mediante procesos mecánicos, teniendo las características de olor, sabor y color típicos de la fruta de que procede.

Podrán añadirse pulpa y célula obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse sustancia aromática (naturales, idénticos a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius, también pueden añadirse pulpa y células procedentes del mismo tipo de fruta.

Las bebidas de fruta, son similares a los néctares de fruta, con la diferencia que, en lugar de contener un mínimo de 20% de sólidos solubles del jugo o puré que lo origina, contienen un mínimo de 10% de sólidos solubles. Para frutas con alta acidez (acidez natural mínima de 0.4%, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo será de 5% de sólidos solubles de la fruta (NTP 203.110, 2009).

2. 2.2.2 Néctar de fruta

El néctar de fruta se puede definir como el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares, miel jarabes y/o edulcorantes a zumo (jugo) de fruta, zumo (jugo) concentrado de fruta, zumo (jugo) de fruta extraído con agua, puré de fruta, puré concentrado de fruta o una

mezcla de estos. Podrán añadirse sustancias aromáticas, componentes aromatizantes volátiles, pulpa y células, todos los cuales deberán proceder del mismo tipo de fruta y obtenerse por procedimiento físicos. Un néctar mixto de fruta se obtiene a partir de dos o más tipos diferentes de fruta (NTP 203.110, 2009).

Según la Norma General del Codex para zumos (jugos) de frutas y néctares (CODEX STAN 247-2005): se podrán añadir azúcares con menos del 2% de humedad: sacarosa, dextrosa anhidra y fructosa, Jarabes como: sacarosa líquida, solución de azúcar invertido, jarabe de azúcar invertido, jarabe de fructosa, azúcar de caña líquido, isoglucosa y jarabe con alto contenido de fructosa. Además podrán añadirse miel y/o azúcares derivados de frutas. Incluso se podrán añadir nutrientes esenciales (por ejemplo, vitaminas, minerales).

2.2.3 EDULCORANTES

La palabra edulcorante viene de la palabra latina dulcor que significa dulzor. Son sustancias capaces de endulzar un alimento, una bebida o un medicamento, dándole un sabor dulce (Herrera, et al., 2012).

Según los reportes de Giannuzzi y Molina (1995); citado por Herrera *et al.* 2012, existen los edulcorantes calóricos y edulcorantes no calóricos (sintéticos y naturales).

Los edulcorantes se clasifican en función de su contenido energético en calóricos y no calóricos. A menudo cuando nos planteamos dejar endulzantes o edulcorantes como el azúcar refinado o edulcorantes artificiales como la sacarina, aspartame, ciclamatos, etc.; no sabemos que edulcorantes naturales existen o cual escoger (Astorga y Reyes, 2011).

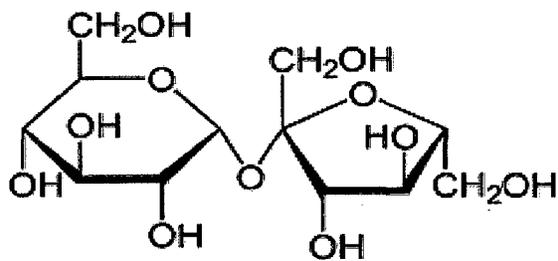
Al comprar los edulcorantes de diferentes marcas de mercado, se observa la variación de concentración que puede tener esto al compararse con la sacarosa (Wong, 1995).

2. 2.3.1 Edulcorantes calóricos

Uno de los edulcorantes más conocidos en nuestro medio es el azúcar. Se denomina coloquialmente azúcar a la sacarosa, también llamado azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa (Figura N° 1), que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. El azúcar blanco es sometido a un

proceso de purificación final mecánico (por centrifugación). El azúcar moreno no sufre este proceso.

FIGURA N° 1
ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA SACAROSA



Fuente: Desrosier, 1982.

El azúcar se puede clasificar por su origen (de caña de azúcar, de remolacha), pero también por el grado de refinación de éste. Normalmente la refinación se expresa visualmente a través del color (azúcar moreno, azúcar rubio, blanco), que está dado principalmente por el porcentaje de sacarosa que se le ha extraído.

2. 2.3.2 Edulcorante no calórico

Como su nombre lo dice, estos no aportan calorías o energía al organismo; surgieron como una alternativa económica y comercial y para ciertos propósitos alimentarios muy específicos ya que, aunque

su sabor no es necesariamente igual que el de los edulcorantes calóricos por ser considerablemente más dulces que la sacarosa, pueden endulzar sin aportar o aportando muy poca energía (Montes, 2009).

Se utilizó principalmente a nivel industrial y como parte de la alimentación de los diabéticos, entre los edulcorantes no calóricos de mayor consumo podemos nombrar a: Sacarina de sodio, ciclamato de sodio, aspartamo, sucralosa y stevia (Samuel, 2011).

2.2.4 STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*)

2.2.4.1 Generalidades

La *Stevia rebaudiana Bertoni*, conocido como hierba dulce, es nativa de Paraguay. En 1887, el Dr., Moises Santiago Bertoni, Botánico y director de la Universidad de Agricultura de asunción (Paraguay), tuvo conocimiento de esta hierba que le suministraron los nativos mientras hacia una exploración por aquellas tierras (Caruajulca, 2012).

Son hierbas y arbustos de la familia del girasol (*Asteraceae*), nativa de regiones subtropicales y tropicales de América del sur y América

Central. Sin embargo es perfectamente adaptable a las regiones tropicales y subtropicales del Perú, que presentan condiciones ideales en altitud (0 - 1500 m.s.n.m) clima, suelo situaciones geográficas para el cultivo de esta planta, se ha experimentado inclusive en las zonas de costas del Perú como en el caso de Ica, Cañete, Casma, Trujillo y Piura con muy buenos resultados (Astorga y Reyes, 2011).

La stevia es una planta saludable radica, en que sus hojas poseen una sustancia denominada esteviosido, lo que las hace que sean de 10 a 30 veces más dulces que el azúcar. El sabor dulce se debe a los glicósidos de esteviol, principalmente al esteviosido y al rebaudiósido A. Está constituido por la mezcla de por lo menos ocho glucósidos diterpénicos que purificado es entre 100 hasta 300 veces más dulce que la sacarosa y que por sus características físico-químicos y toxicológicas permite su inclusión en la dieta humana para ser utilizada como un edulcorante dietético natural, sin efectos colaterales (Schmeling y Amaral, 1967).

No contiene calorías y tiene efectos beneficiosos en la absorción de la grasa. La presión arterial, para bajar la cantidad de azúcar en la sangre, para combatir la obesidad reduciendo la ingesta de calorías y como consecuencia bajando de peso.

FIGURA N° 2
HOJAS Y FLOR DE STEVIA



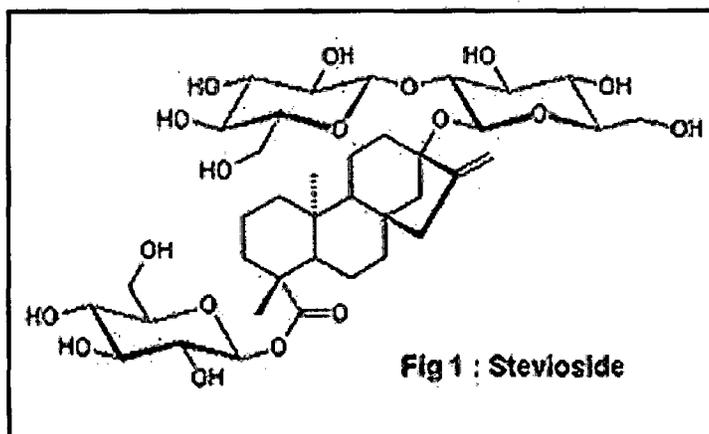
Fuente: Salazar, 2011

2. 2.4.2 Esteviosido

Las hojas de la stevia rebaudiana contienen, una mezcla de ocho glicósidos diterpénicos (entre los que se encuentran principalmente el esteviosido y el rebaudiósido). El esteviosido es un edulcorante natural no nitrogenado extremadamente dulce. En estado puro es 300 veces más dulce que la sacarosa, podríamos describir al esteviosido como un glucósido integrado por una molécula de esteviol, al cual se le adhiere la soforosa a través de un grupo hidroxilo del carbono número 13. Su fórmula empírica es $C_{38}H_{60}O_{18}$ y su masa molecular es de 804.2g (Astorga y Reyes, 2011).

FIGURA N° 3

ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ESTEVIOSIDO



Fuente: Salazar, 2011

2. 2.4.3 Ventajas, usos y aplicaciones

La stevia es apta para diabéticos, es hipotensora (recomendada para personas con tensión alta), sirve para el cuidado facial, para problemas de acidez de estómago, es adecuada para bajar el nivel de acidez de la sangre y de la orina, ayuda a bajar de peso porque no tiene calorías y no produce ninguno de los nocivos daños causados por azúcar y los demás edulcorantes artificiales (Brandle, 2005).

Es resistente al calor, su estructura no se modifica por su exposición a altas temperaturas y por lo tanto no pierden su poder edulcorante. Es apto para alimentos calientes u horneados. Es estable a

temperaturas normales empleadas en el procesamiento de los alimentos: pasteurizados, esterilizados, cocción.

No aporta calorías, el esteviosido exhibe a altas concentraciones un retrogusto alto amargor e indeseable, el cual se intenta quitar o por lo menos enmascarar, manteniendo la hipótesis de que el factor responsable del retrogusto sería una posible oxidación de uno o más componentes presentes en la stevia rebaudiana Bertoni.

Posee hierro, manganeso y cobalto. No contiene cafeína. Peso molecular = 804: $C_{38}H_{60}O_{18}$. Se mantiene su sabor estable a altas y bajas temperaturas. No fermenta. Es soluble en agua, alcohol etílico y metílico.

De todas las propiedades medicinales que pueden enumerarse de la stevia destacan los efectos que tiene para la calidad de vida de los diabéticos. Los estudios médicos constatan que el principio activo de la planta, el esteviosido cuya estructura molecular induce a las células beta del páncreas a producir por ellas misma importante cantidades de insulina, lo que contribuye a reducir la glucosa en sangre, que es la causa de la diabetes.

TABLA N° 3
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA STEVIA

Nombre común	Hierba dulce
División	Magnolophyta (fanerógama angiosperma)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Asteridae
Orden	Campanulares (asteraes)
Familia	Campuestas (Asteraceas de Monochlamydeae, comositaseas)
Genero	Stevia
Especie	<i>Rebaudiana Bertoni</i>
Nombre científico	<i>Stevia Rabaudianum Bertoni</i>

Fuente: Caruajulca, 2012.

2.2.5 SUCRALOSA

2.2.5.1 Generalidades

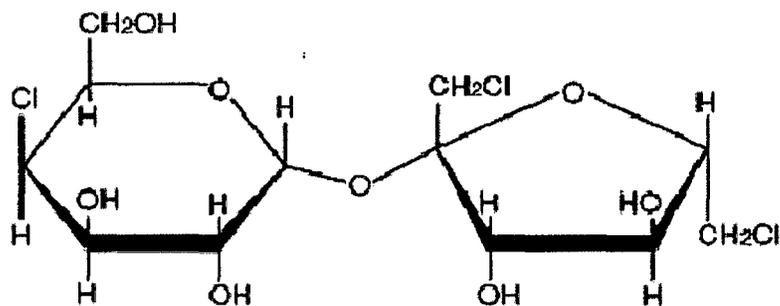
La sucralosa, conocido también como triclorigalactosucrosa, posee una dulzura 600 veces mayor que la sacarosa, pertenece a los edulcorantes no nutritivos debido a que no proporciona energía, la misma no es bien absorbida y es eliminada esencialmente por la orina. Tiene la característica de ser estable al calor.

La sucralosa fue aprobado por la FDA (Food and Drug Administration) en abril de 1998 como un endulzante de mesa, según la FDA la sucralosa no poseé ningún efecto carcinogénico, riesgo neurológico o reproductivo para el ser humano (Padilla, 2001).

Estable al calor y no se absorbe o metaboliza. Según la FDA no posee riesgos carcinógenos, reproductivos, ni neurológicos en los seres humanos razón por la cual se aprobó en abril de 1998 como aditivo para alimentos. En 1990, el JECFA (Joint Expert committee of Food additions) incrementá la ADI (Acceptable daily intake) de 3.5 mg/kg de peso corporal a 15 mg/kg de peso corporal.

FIGURA N° 4

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA SUCRALOSA



Fuente: Mancheno, 2011.

2. 2.5.2 Ventajas, usos y aplicaciones

La sucralosa es excepcionalmente estable al calor, lo cual la hace ideal para uso en procesos de horneado, enlatado, pasteurización, procesamiento aséptico y otros procesos de fabricación que requieren altas temperatura.

La sucralosa sabe a azúcar y no tiene un gusto desagradable. En pruebas científicas de sabor realizadas por organizaciones de investigación independientes, se comprobó que la sucralosa tiene un perfil de sabor muy similar al del azúcar (Mancheno, 2011).

La sucralosa no es metabolizada para obtener energía, es decir, no tiene calorías. Pasa rápidamente por el cuerpo prácticamente inalterado. No es afectada por el proceso digestivo y no se acumula en el cuerpo. Al remplazar el azúcar con sucralosa en los alimentos y la bebida, las calorías se pueden reducir o en muchos productos prácticamente se pueden eliminar.

Los estudios científicos han demostrado que la sucralosa no fomenta el crecimiento de las bacterias orales y no promueve el decaimiento dental (Mancheno, 2011).

La sucralosa combina el sabor a azúcar con la estabilidad frente al calor, en líquidos y en almacenamiento que se requiere para la utilización en todos los tipos de alimentos y bebidas. Es muy estable en productos ácidos, tales como bebidas refrescantes carbonatadas, y en otros productos de base líquida (ejemplo salsa, jalea, productos lácteos y bebidas de frutas procesadas). La sucralosa también es muy estable en aplicaciones secas, tales como mezclas para bebidas calientes (Mancheno, 2011).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 VARIABLES

3.2.1 Variable independiente

- Proporción de zumo/agua en la formulación.
- Porcentaje de sustitución de sacarosa
- Tipo de edulcorante

3.2.2 Variables dependientes

- Aceptabilidad de la bebida formulada

3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- **Causa:** Variación de la proporción de zumo/agua y porcentaje de sustitución de sacarosa por edulcorantes (sucralosa o stevia) en la formulación de la bebida.
- **Efecto:** Modificación de las características sensoriales de la bebida formuladas.

TABLA N° 4

Matriz de operacionalización de las variables para la sustitución de sacarosa por edulcorantes

VARIABLES	TIPO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
V. Independiente Proporción de zumo /agua en la formulación	Cuantitativo	Porcentaje de zumo en la formulación	Cantidad de agua en función al zumo	Dilución zumo :agua 1:4 Dilución zumo: agua 1:5
V. Independiente Tipo de edulcorante	Cualitativo	Sustancia, natural o artificial, que le conferirá sabor dulce a la bebida	Edulcorante que reemplazara a la sacarosa en la formulación	Sucralosa Stevia
V. Independiente Porcentaje de sustitución de sacarosa	Cuantitativo	Intensidad de dulzor por sustitución de la sacarosa	Cantidad de edulcorante en reemplazo de la sacarosa	50% edulcorante: 50% sacarosa 100% edulcorante: 0% sacarosa
V. Dependiente Aceptabilidad de la bebida formulada	Cuantitativo	Nivel de aceptabilidad del producto	Mejora en la percepción sensorial	Prueba de ordenamiento Prueba de aceptabilidad

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Hipótesis

Si se determina la proporción adecuada de zumo de sanky, el tipo de edulcorante y el porcentaje de sustitución de la sacarosa en la formulación de una bebida, entonces obtendremos un producto con bajo contenido calórico y con características sensoriales aceptables.

CAPÍTULO IV

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

La presente investigación por su naturaleza fue de tipo aplicada, transversal y experimental, porque permitió introducir y manipular el factor causal (tipo de edulcorante, porcentajes de sustitución de sacarosa y factor de dilución de zumo de sanky en la formulación de las bebidas) para determinar su efecto sobre la aceptabilidad de la bebida formulada.

4.2 Diseño de la investigación

Para estimar el efecto del tipo de edulcorante, porcentaje de sustitución de sacarosa y factor de dilución sobre las características sensoriales de una bebida de sanky (determinando la bebida de mayor aceptabilidad), se estableció dos diseños factoriales completos 2^2 (Tabla N° 5 y 6). El primero busco determinar la mejor formulación con factor de dilución 1:4 y el segundo la mejor formulación con factor de dilución 1:5, analizándose con una prueba de ordenamiento. En ambos diseños se relacionó el factor porcentaje de sustitución y el tipo de edulcorante, con dos niveles cada factor. Posteriormente, a ambas formulaciones se les sometió a una

prueba se aceptabilidad mediante una escala hedónica, obteniéndose la bebida de mayor aceptabilidad.

TABLA N° 5
DISEÑO EXPERIMENTAL 2² PARA LAS BEBIDAS FORMULADAS
CON UN FACTOR DE DILUCIÓN 1:4 (*)

VARIABLES INDEPENDIENTES	Niveles	FACTOR A Tipo de edulcorante	
		A ₁ Stevia	A ₂ Sucralosa
FACTOR B Sustitución de la sacarosa por edulcorante	B ₁ 50%	T ₁ (A ₁ B ₁)	T ₂ (A ₁ B ₂)
	B ₂ 100%	T ₃ (A ₂ B ₁)	T ₄ (A ₂ B ₂)
		VARIABLES DEPENDIENTES Nivel de aceptabilidad de la bebida de zumo de sanky	

Fuente: Elaboración propia.

(*) Las proporciones de zumo: agua fue establecida mediante pruebas preliminares concordando con lo establecido por Nolazco (2007).

Los grupos experimentales quedan definidos de la siguiente manera:

- T₁: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:4, donde se sustituyó la sacarosa en un 50% por stevia.

- **T₂**: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:4, donde se sustituyó la sacarosa en un 50% por sucralosa.
- **T₃**: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:4, donde se sustituyó la sacarosa en un 100% por stevia.
- **T₄**: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:4, donde se sustituyó la sacarosa en un 100% por sucralosa.

TABLA N° 6
DISEÑO EXPERIMENTAL 2² PARA LAS BEBIDAS FORMULADAS
CON UN FACTOR DE DILUCIÓN 1:5 (*)

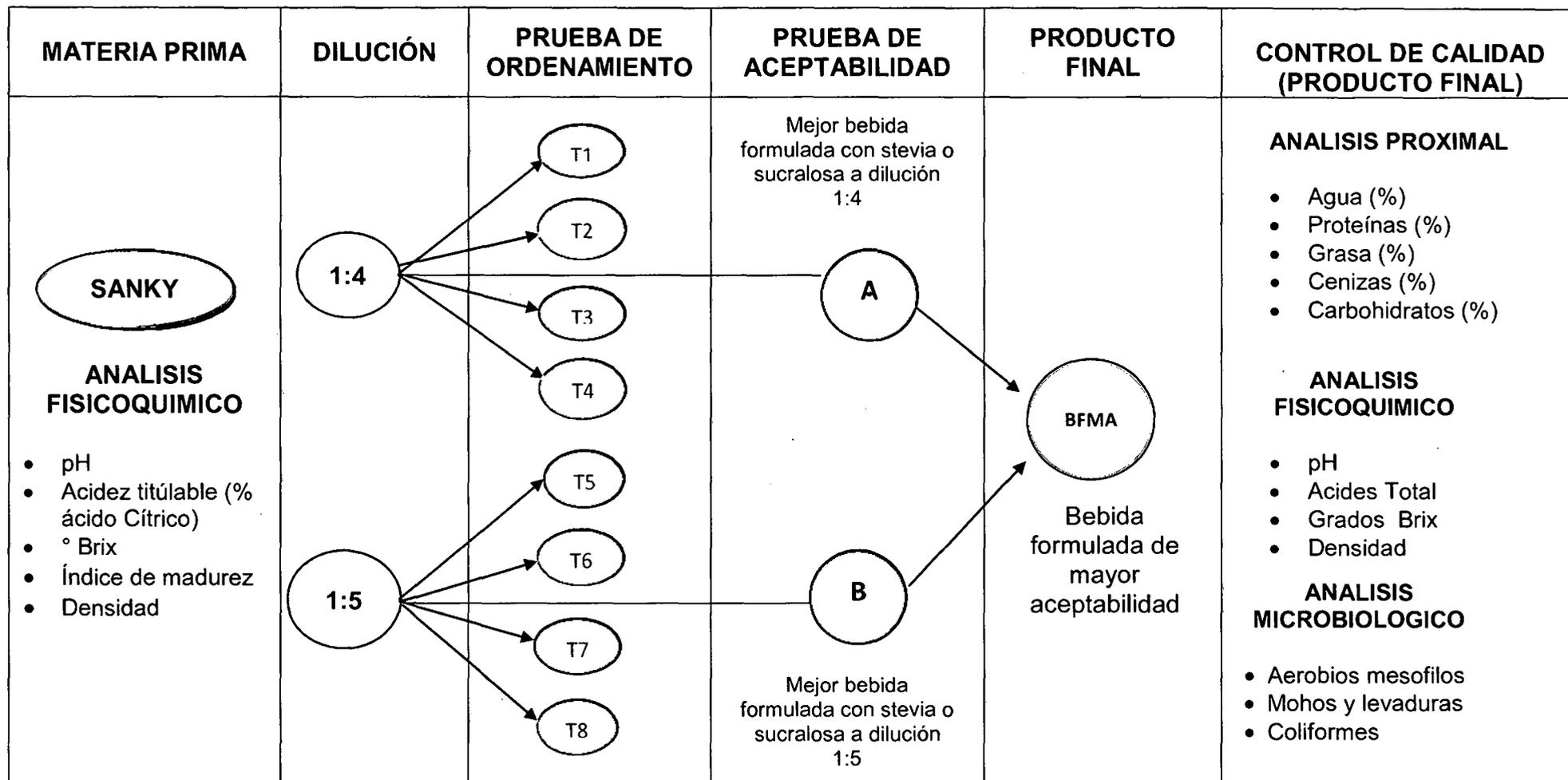
VARIABLES INDEPENDIENTES	Niveles	FACTOR A Tipo de edulcorante	
		A ₁ Stevia	A ₂ Sucralosa
FACTOR B Sustitución de la sacarosa por edulcorante	B ₁ 50%	T ₅ (A ₁ B ₁)	T ₆ (A ₁ B ₂)
	B ₂ 100%	T ₇ (A ₂ B ₁)	T ₈ (A ₂ B ₂)
VARIABLES DEPENDIENTES Nivel de aceptabilidad de la bebida de zumo de sanky			

Fuente: Elaboración propia.

Los grupos experimentales quedan definidos de la siguiente manera:

- **T₅**: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:5, donde se sustituyó la sacarosa en un 50% por stevia.
- **T₆**: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:5, donde se sustituyó la sacarosa en un 50% por sucralosa.
- **T₇**: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:5, donde se sustituyó la sacarosa en un 100% por stevia.
- **T₈**: correspondió a la bebida formulada con una proporción de zumo de sanky: agua de 1:5, donde se sustituyó la sacarosa en un 100% por sucralosa.

FIGURA N° 5. Diagrama experimental del estudio



4.3 Población y muestra

La población estuvo determinada por 1800 botellas de 296 ml, la cual fue obtenida en 8 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. El número de botellas por tratamiento fue 75 botellas obtenidas de 10-15 kg de sanky.

Para el muestreo se tomó bebidas de forma aleatorio, habiéndose tomado 3 muestras por cada grupo experimental por cada tratamiento y para cada análisis.

4.4 Técnica de recolección de datos

4.4.1 Análisis fisicoquímico

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios y planta piloto del Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional del Callao (CET) y el análisis proximal se realizó en la empresa Certificaciones del Perú S.A (CERPER S.A.).

4.4.1.1 Determinación de sólidos solubles por método Refracto métrico (A.O.A.C 932.14 Apéndice C, 1998)

La determinación de sólidos solubles (°Brix) se realizó con un refracto métrico digital (MA 871) con escala de 0 a 85 °Brix, la calibración del refractómetro se realizó colocando unas gotas de agua destilada a $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ sobre el sensor óptico del refractómetro, en seguida se ajustó la escala a cero, luego se procedió a limpiar y secar el sensor óptico con papel tissue. Después se colocó unas gotas de la muestra sobre el sensor óptico y se realizó la lectura directa del porcentaje de sólidos solubles totales en la escala de °Brix.

4.4.1.2 Determinación de pH (A.O.A.C 10.035, 1995)

La determinación de pH se realizó con un potenciómetro WVR Scientific, el cual se calibró con soluciones buffer de pH 7.01 y 4.02 a temperatura ambiente. Para la medición, se colocó una muestra de 20 ml en un vaso de precipitación de 50 ml. El electrodo del potenciómetro se introdujo en la muestra por varios segundos hasta que se estabilice la lectura de pH en la pantalla.

4.4.1.3 Determinación de la acidez titulable (A.O.A.C 942.15, 1998)

La acidez total se determinó por valoración directa con hidróxido de sodio a 0.1N usando como indicador una solución alcohólica de fenolftaleína al 1%. Los resultados se expresaron como % de ácido cítrico.

4.4.1.4 Índice de madurez (A.O.A.C 942.15, 2005)

El índice de madurez se expresó como la relación que existe entre el contenido de sólidos solubles y la acidez titulable del sanky.

4.4.1.5 Determinación picnométrica de la densidad por el método (A.O.A.C 932 Apéndice B1998)

La determinación de la densidad se realizó con un picnómetro de 100 ml. Se pesó el picnómetro vacío (P_0) y se anotó el resultado. Posteriormente se llenó el picnómetro con agua destilada a 20°C, se pesó y anoto los resultados (P_W). Finalmente, se procedió a llenar el picnómetro con la muestra y se determinó el peso del picnómetro con muestra (P_M).

La densidad se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$D = \frac{PM - P_0}{PW - P_0}$$

Dónde:

P_M : peso del picnómetro lleno de zumo (g).

P_0 : peso del picnómetro vacío (g).

P_W : peso del picnómetro lleno de agua (g).

D : densidad del zumo (g/cm³).

4.4.2 Análisis químico - proximal

- Determinación de proteína. A.O.A.C 973.48 c11, 19th Ed. 2012, Nitrogen (Total) in Water.
- Determinación de grasa. SMEWW-APLA AWWA-WEF.PART 5520 B, 22 nd.ED, 2012. OIL AND GREASE. PARTITION-GRAVIMETRIC METHOD.
- Determinación de humedad. A.O.A.C 920.193,c 11,19 th Ed.2012 Solids in Water.

- Determinación de ceniza. A.O.A.C 950.14, c29, 19th. Ed 2012. Ash of Nonalcoholic Beverages.
- Determinación de carbohidratos. Por cálculo de la diferencia.

4.4.3 Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron en los laboratorios y planta piloto del Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional del Callao (CET).

Se realizaron los siguientes recuentos usando el método de películas secas rehidratadas Petrifilm 3M™:

- Recuentos de aerobios mesófilos (A.O.A.C 990.12.2005)
- Recuentos de hongos y levaduras (A.O.A.C 997.02.2005)
- Recuentos de Coliformes totales (A.O.A.C 991.14.2005)

4.4.3.1 Preparación de la muestra y diluciones

Se tomó una alícuota de 10 ml de la muestra y se agregó 90 ml de agua peptonada al 0.1% contenidos en un matraz de

250 ml, agitándose vigorosamente. Posteriormente se realizaron diluciones seriadas en base 10, obteniéndose diluciones 10^{-2} y 10^{-3} .

4.4.3.2 Siembra en películas secas rehidratadas petrifilm 3M™

- Se colocó la placa petrifilm en una superficie plana y nivelada.
- Se levantó la película superior y usando una pipeta se incorporó 1 ml de cada una de las diluciones en el centro de la película. Realizándose el análisis por quintuplicado (Según Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA).
- Se dejó caer la película superior sobre la muestra cuidando que no se forme burbujas.
- Se colocó suavemente el dispersor plástico por el lado de la pestaña hacia abajo sobre la lámina superior. Cubriendo el inóculo.
- Se levantó el dispersor y se dejó reposar por dos minutos para que solidifique el gel.
- Se incubó las placas boca arriba en grupos de máximo 20 placas a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas.

- Posteriormente se realizó el recuento en unidades formadoras de colonias.
- Se reportó los resultados en unidades formadoras de colonias por mililitros (ufc/ml) considerando el factor de dilución utilizado.

4.4.4 Análisis sensorial

La evaluación sensorial fue realizada en las instalaciones de la Planta Piloto de Chucuito de la Universidad Nacional del Callao ubicado en el distrito de la Punta, a las 3 pm de la tarde, considerando que los panelistas no hayan consumido alimentos dos horas antes de realizar el test de análisis sensorial. Se trabajó con un número de 30 panelistas semi-entrenados, los cuales fueron alumnos del 8vo ciclo de la Escuela de Ingeniería de Alimentos. De acuerdo al diseño de la investigación se realizaron las siguientes pruebas sensoriales:

- Prueba de ordenamiento o de Ranking según lo establecido por Anzaldúa (1994), mediante el cual se buscó determinar la bebida de mayor preferencia de un grupo de 4 muestras.

- Prueba de aceptabilidad (ISO 4121. Parte 6.3.2.2003), mediante el cual se buscó medir el grado de satisfacción mediante una escala hedónica verbal de 9 puntos (Tabla N° 7), considerando a los atributos apariencia, sabor, color, olor y consistencia.

TABLA N° 7
Escala hedónica de 9 puntos

PUNTAJE	CALIFICACION
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta bastante
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta bastante
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

4.5 Procedimientos de recolección de datos

4.5.1 Caracterización fisicoquímica de la materia prima

Se utilizó sanky (*Corryocactus brevistylus*) provenientes de vertientes occidentales del sur del Perú, Ayacucho.

La pulpa de sanky fue caracterizada mediante los análisis de acidez titulable, pH, densidad, índice de madurez y sólidos solubles especificado en el apartado 4.4.1.

4.5.2 Elaboración de las bebidas experimentales de sanky

La elaboración de la bebida estuvo conformada por las siguientes etapas de operaciones unitarias que se muestran en diagrama de operaciones (Figura N° 6). El proceso se detalla a continuación:

a. Recepción y Seleccionado: los frutos se seleccionaron manualmente en forma visual retirando aquellos que presentaron signos de deterioro y/o roturas. Con esta operación se uniformizó el producto para estandarizar todas las operaciones del proceso.

b. Lavado y desinfectado: se lavó con agua potable por inmersión y frotamiento de los frutos en agua. De este modo se eliminó sustancias y partículas extrañas. Luego se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm de C.L.R por 5 min, a fin de reducir la posible carga microbiana.

c. Acondicionamiento: el fruto se cortó por la mitad con ayuda del cuchillo de acero inoxidable sobre la tabla de picar en forma manual

(Figura N° 9). Facilitando la salida de la pulpa. Separando así la totalidad de la cáscara.

d. **Licuadao:** el fruto cortado se licuo con ayuda de una licuadora industrial de acero inoxidable (Figura N°10). Facilitando la obtención de partículas más pequeñas y la separación de la pulpa, semilla y mucilago.

e. **Pulpeado y refinado:** el pulpeado se realizó en una pulpeadora acondicionada con mallas de 2 mm y luego de 0.5 mm apropiadas que faciliten la obtención de la pulpa sin semilla. Con este proceso se transformó la materia prima de su estado sólido a un estado pastoso o a una masa semilicuada.

f. **Estandarizado:** una vez obtenida la pulpa de sanky se realizó diluciones 1:4 y 1:5 pulpa: agua, se endulzo con stevia o sucralosa en porcentajes del 50% y 100% por cada dilución (de acuerdo al diseño de investigación), se añadió 0.3% de Carboximetilcelulosa (CMC) ,0.05% de sorbato de potasio y 0.5% de ácido cítrico (Figura N° 12).

g. **Homogenizado:** en esta operación se uniformizó la mezcla, mediante agitación hasta lograr la completa dilución de todos los ingredientes.

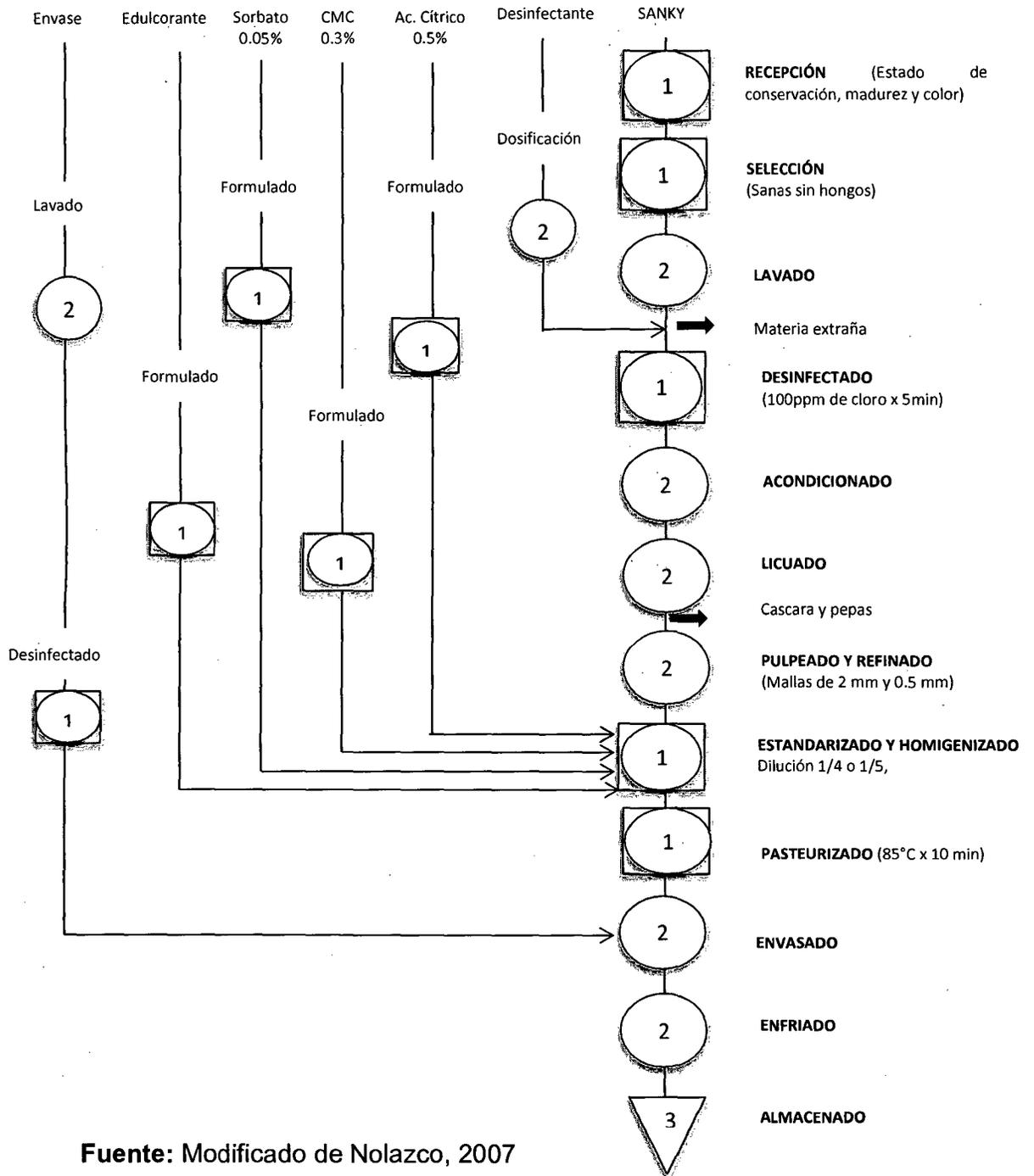
h. **Pasteurizado:** se realizó en una marmita con agitados, a una temperatura de 85 °C por 10 min, lo cual permitió la reducción de la carga microbiana con el fin de asegurar la inocuidad del producto.

i. **Envasado:** el llenado se realizó en botellas de 296 ml, evitando la formación de espumas a una temperatura no menor a 80°C y luego se colocó la tapa en forma manual.

j. **Enfriado:** las botellas se dejaron enfriar con agua corriente hasta temperatura ambiente.

k. **Almacenado:** las bebidas de sanky fueron almacenados a temperatura ambiente, en un lugar fresco, limpio y seco, con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el análisis.

FIGURA N° 6: Diagrama de operaciones de procesó elaboración de bebida de sanky



Fuente: Modificado de Nolzco, 2007

4.5.3 Determinación del factor de dilución y cantidad de edulcorante equivalente a la concentración de sacarosa

Para determinar el factor de dilución de la pulpa se realizó una prueba sensorial preliminar (prueba de ordenamiento) donde se evaluó la intensidad de la fruta expresada en el sabor. Para ello se prepararon diluciones de zumo: agua de 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6; las cuales fueron evaluadas por 15 panelistas. Los factores de diluciones ensayadas fueron seleccionadas a partir de las recomendaciones de Nolazco (2007), donde estableció un factor de dilución óptima de 1:4.3. Asimismo, se realizó un ensayo cualitativo de estabilidad de la bebida, mediante la presencia de sedimentación en el envase en almacenamiento a condiciones ambientales. Las bebidas se elaboraron siguiendo el diagrama de operación propuesto para el estudio (Figura N° 6), y fueron evaluadas al cabo de 15 días.

Para determinar la cantidad de edulcorante (Sucralosa Montana S.A. y Stevia Integral S.R.L) como un sustituto parcial o total de sacarosa, se realizó una prueba de intensidad de dulzor de los edulcorantes expresado como porcentaje de sacarosa equivalente a 6 o 12 °Brix (Wittig de Penna, 2001). Para ello se realizó un ensayo preliminar con 10 panelistas semi-entrenados (consumidores habituales de bebidas "light"), empleando un rango de concentraciones (0.2; 0,3; 0,4; 0,5;

0.6) para sucralosa y (1.0; 1.02; 1.04; 1.06 g/L) para stevia elegidos en base a las recomendaciones de los proveedores de los edulcorantes.

4.5.4 Evaluar la incorporación de edulcorante (stevia o sucralosa) en la formulación como sustitución total o parcial de la sacarosa en la formulación de las bebidas

Para estimar el efecto de la incorporación de edulcorante sobre las características sensoriales de una bebida de sanky, se determinó la mejor formulación con factor de dilución 1:4 y 1:5, mediante una prueba de ordenamiento. Posteriormente, a ambas formulaciones se les sometió a una prueba de aceptabilidad mediante una escala hedónica, obteniéndose la bebida de mayor aceptabilidad.

4.5.4.1 Prueba de ordenamiento

Se realizaron dos grupos de 4 muestras o bebidas experimentales. El primer grupo pertenecían a las bebidas formuladas con un factor de dilución 1:4 y el segundo grupo pertenecían a las bebidas formuladas con factor de dilución 1:5.

A cada panelista se les presento cada grupo con 4 muestras codificadas con números aleatorios de 3 dígitos y se les solicitó que las clasifiquen u ordenen por orden de preferencia de menor a mayor intensidad del estímulo sabor, anotando inmediatamente en la ficha sensorial respectiva (Ver anexo IX).

Los resultados fueron analizados empleando la prueba no paramétrica de Friedman, para un nivel de significancia del 5%, obteniéndose la mejor bebida formulada con un factor de dilución 1:4 y 1:5, las cuales fueron evaluadas mediante la prueba de aceptabilidad.

4.5.4.2 Prueba de aceptabilidad

Se presentó a cada panelista una muestra codificada y se les solicito que califiquen la muestra haciendo uso de una escala escrita estructurada de nueve puntos para los atributos apariencia, sabor, olor, color y consistencia, anotando inmediatamente en la ficha sensorial respectiva (Ver anexo X).

El análisis de los datos en pruebas de preferencia se realizó a través de las medidas de tendencia central (media y desviación

estándar) y t-student para definir diferencias en las bebidas evaluadas.

4.5.5 Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida de mayor aceptabilidad

Para la bebida de mayor aceptabilidad se realizaron los ensayos fisicoquímicos de acidez titulable, pH, densidad, sólidos solubles especificados en el apartado 4.4.1; el ensayo químico proximal (proteínas, grasa, agua, ceniza y carbohidratos) se determinó según lo especificado en el apartado 4.4.2, y los ensayos microbiológicos se realizaron según lo detallado en el apartado 4.4.3, cumpliendo con lo requerido por la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA (2008).

4.5.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

Los resultados de la prueba de ordenamiento se analizaron mediante la prueba no paramétricas de Friedman y Test de comparación de media LSD (Diferencia Media Significativa). El análisis de Friedman, determinó la bebida de mayor aceptabilidad con un factor de dilución 1:4 y 1:5, a un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$).

Los resultados de la prueba de aceptabilidad usando escala hedónica se analizaron mediante las medidas de tendencia central (media y desviación estándar) y la prueba de t-student para definir diferencias en las bebidas evaluadas, con un nivel de significancia de 95% ($\alpha=0.05$).

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 De la caracterización de la pulpa de sanky

En el Cuadro N° 1 se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de pH, Acidez titulable (% de ácido cítrico), °Brix, índice de madurez y densidad de la pulpa de sanky utilizado para la elaboración de bebidas experimentales de sanky.

CUADRO N° 1

Características fisicoquímica de pulpa de sanky

	X ± DS
pH	2.95 ± 0.033
Acidez Titulable (expresado en % de ácido cítrico)	2.69 ± 0.071
°Brix	3.4 ± 0.25
Índice de Madurez	1.26 ± 0.057
Densidad (g/ml)	0.929 ± 0.011

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.2 De la elaboración de las bebidas experimentales

Se determinó el rendimiento promedio de pulpa del fruto. En el Cuadro N° 2 se presenta el peso y los rendimientos en cáscara, semilla/mucilago y pulpa con respecto a la materia prima (sanky).

CUADRO N° 2

Rendimiento promedio con respecto al fruto

Descripción	Detalle
Peso	295.1 ± 74.47 g
Cáscara	40.67 %
Semilla/mucilago	23.41 %
Pulpa	35.92 %

Fuente: Elaboración propia (2014)

Por otro lado, se realizó un balance de masa en las bebidas formuladas (T₁ y T₆), donde se alcanzó un rendimientos de 1.9 y 2.288 kg de bebida por cada kilogramo de sanky, en cada formulación respectivamente (Anexos N° II y III).

5.3 De la determinación del factor de dilución y cantidad de edulcorante equivalente a la concentración de sacarosa

De los ensayos sensoriales preliminares se determinó que las bebidas formuladas con un factor de dilución 1:4 y 1:5 resultaron las más aceptadas por los panelistas en relación a la intensidad de la fruta expresada en el sabor ($\alpha=0.05$). Asimismo, las bebidas formuladas con un factor de dilución 1:4 y 1:5 fueron las que presentaron una menor sedimentación en almacenamiento.

Por otro lado, la prueba de intensidad de dulzor de los edulcorantes expresado como porcentaje de sacarosa equivalente a 6 o 12 °Brix, determino que 12.75 ± 0.05 g y 25.5 ± 0.11 g de stevia reemplaza a 50 y 100% de sacarosa respectivamente. Mientras que 5.00 ± 0.03 y 10.00 ± 0.06 g de sucralosa reemplaza a 50 y 100% de sacarosa respectivamente.

De esta forma se obtuvieron las formulaciones experimentales las cuales se detallan en el Cuadro N° 3.

CUADRO N° 3

Formulación de las bebidas experimentales

FORMULACIÓN	DILUCIÓN 1:4				DILUCIÓN 1:5			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
Pulpa (Kg)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Agua (L)	20.00	20.00	20.00	20.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Sucralosa (g)	-	5.00	-	10.00	-	6.00	-	12.00
Stevia (g)	12.75	-	25.5	-	15.3	-	30.6	-
Azúcar (Kg)	1.488	1.488	-	-	1.788	1.788	-	-
Sorbato (g)	12.50	12.50	12.50	12.50	15.00	15.00	15.00	15.00
CMC (g)	75.00	75.00	75.00	75.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Ac. Cítrico (g)	125.0	125.0	125.0	125.0	150.0	150.0	150.0	150.0

Fuente: Elaboración propia (2014)

5.4 De la evaluación de la incorporación de edulcorante (stevia o sucralosa) en la formulación como sustitución total o parcial de la sacarosa en la formulación de las bebidas

En el Cuadro N° 4 y 5, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de ordenamiento practicada a 4 muestras experimentales formuladas con un factor de dilución de 1:4 y 1:5.

Como el valor X^2_r calculado fue mayor al valor crítico χ^2 , se concluyó que el nivel de preferencia de las cuatro bebidas evaluadas fue diferente a un nivel de significancia del 0.05, prosiguiéndose a realizar una test de comparación de rangos.

CUADRO N° 4

Análisis de datos de la prueba de ordenamiento usando la Prueba de Friedman para las bebidas formuladas con un factor de dilución 1:4

Valores estadísticos	TRATAMIENTOS			
	T ₁ 50% Stevia	T ₂ 50% Sucralosa	T ₃ 100% Stevia	T ₄ 100% sucralosa
Suma de rangos	124	100	75	56
Suma ²	15376	10000	5625	3136
X ² r (Friedman)	35.49			
X ² (chi-cuadrado)	9.49			

CUADRO N° 5

Análisis de datos de la prueba de ordenamiento usando la Prueba de Friedman para las bebidas formuladas con un factor de dilución 1:5

Valores estadísticos	TRATAMIENTOS			
	T ₅ 50% Stevia	T ₆ 50% Sucralosa	T ₇ 100% Stevia	T ₈ 100% sucralosa
Suma de rangos	94	129	55	80
Suma ²	8836	16641	3025	6400
X ² r (Friedman)	38.21			
X ² (chi- cuadrado)	9.49			

En el Cuadro N° 6 se muestra los resultados del Test de comparación de rangos, que nos permitió determinar cuál de las formulaciones presentaba diferencia significativa en cada grupo evaluado, determinando que las bebidas de mayor aceptabilidad fueron la bebida formulada con un factor de dilución 1:4, con 50% de sustitución con stevia y la bebida formulada con un factor de dilución 1:5, con 50% de sustitución con sucralosa.

CUADRO N° 6

Resultados del test de comparación de suma de rangos de la prueba de ordenamiento

Descripción	TRATAMIENTOS			
	50% stevia	50% sucralosa	100% stevia	100% sucralosa
Dilución 1:4	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
	124 ^a	100 ^b	75 ^{bc}	56 ^c
Dilución 1:5	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
	94 ^b	129 ^a	55 ^c	80 ^{bc}

Superíndices iguales en cada filas indica diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)

Fuente: Elaboración propia (2014)

Las bebidas que presentaron mayor aceptabilidad en la prueba de ordenamiento se sometieron a la prueba de aceptabilidad de forma individual, donde se evaluaron la apariencia, sabor, color, olor consistencia de cada muestra. Posteriormente, se realizó el análisis de los

resultados mediante una prueba T-Student para determinar la diferencia significativa entre los atributos evaluados, que nos permita determinar la bebida de mayor aceptabilidad (Cuadro N° 7, Grafica N° 1).

CUADRO N° 7

Valoración promedio de los atributos de las bebidas evaluadas mediante una prueba de aceptabilidad

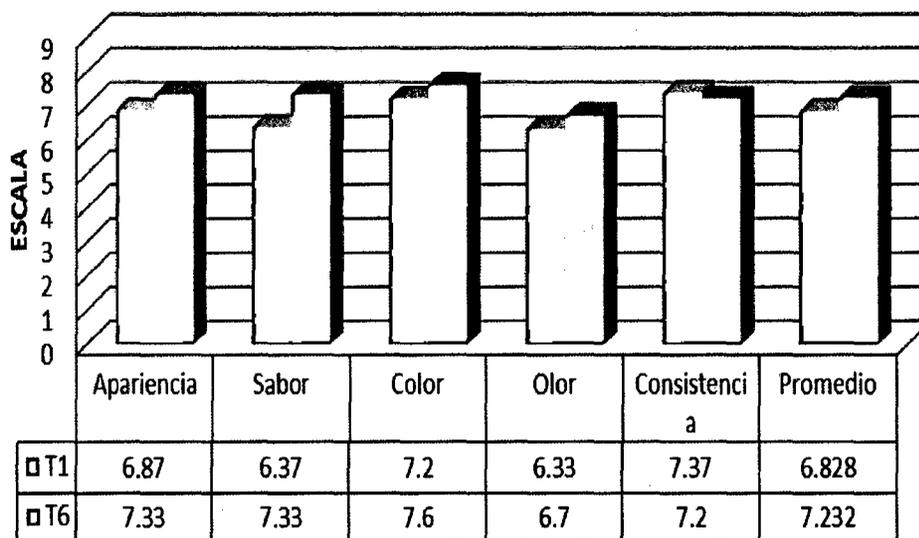
Tratamientos	Apariencia	Sabor	Color	Olor	Consistencia	Promedio
T ₁	6.87 ^a	6.37 ^b	7.20 ^a	6.33 ^a	7.37 ^a	6.828 ^a
T ₆	7.33 ^a	7.33 ^a	7.60 ^a	6.70 ^a	7.20 ^a	7.232 ^a

Superíndices diferentes en cada columna indica diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)
Fuente: Elaboración propia (2014)

Del análisis de resultados se determinó que no existe diferencia significativa entre los atributos apariencia, color, olor y consistencia de las muestras evaluadas (T₁ y T₆), pero si se encontró diferencia significativa en el atributo sabor, permitiendo asegurar que el tratamiento T₆ (bebida formulada con un factor de dilución 1:5 con 50% de sustitución con sucralosa) presento mayor aceptabilidad que el tratamiento T₁ (bebida formulada con un factor de dilución 1:4, con 50% de sustitución con stevia).

GRAFICA N° 1

Valoración promedio de los atributos de las bebidas evaluadas mediante una prueba de aceptabilidad



Fuente: Elaboración propia (2014)

5.5 De la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida de mayor aceptabilidad (T₆)

En el Cuadro N° 8 se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico: pH, acidez titulable (expresado en % de ácido cítrico), densidad y °Brix de la bebida de mayor aceptabilidad. Asimismo, se determinó el contenido de proteína, grasa, agua, ceniza y carbohidratos mediante un análisis químico proximal (Cuadro N° 9)

CUADRO N° 8

Resultados de análisis fisicoquímico de la bebida formulada con un factor de dilución 1:5 con 50% de sustitución con sucralosa

Parámetros	Tratamiento
	T ₆
Ac. Titulable (expresado en % de ácido cítrico)	0.512 ± 0.02
°Brix	7.4 ± 0.1
Densidad (g/ml)	1.016 ± 0.01
pH	3.18 ± 0.02

Fuente: Elaboración propia (2014)

CUADRO N° 9

Resultados del análisis proximal de la bebida formulada con un factor de dilución 1:5 con 50% de sustitución con sucralosa

ENSAYOS	RESULTADOS
Proteínas (%)	0.11 ± 0.01
Grasa (%)	0.18 ± 0.02
Agua (%)	93.34 ± 3.7
Cenizas (%)	2.32 ± 0.16
Carbohidratos (%)	4.05
Energía calórica Total (Kcal/100ml)	18.26
Energía proveniente de las proteínas (Kcal/100ml)	0.44
Energía proveniente de las Grasas (Kcal/100ml)	1.62
Energía proveniente de los carbohidratos (Kcal/100ml)	16.2

Fuente: Elaboración propia (2014)

Respecto a los resultados microbiológicos de la bebida de mayor aceptabilidad se reportan en el Cuadro N° 10. Asimismo, se indican los límites microbiológicos según la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA. Los resultados de la prueba indicaron que se cumplió con los requisitos mínimos establecidos por dicha norma, confirmando las buenas condiciones higiénicas y buenas prácticas de manufactura durante el proceso de elaboración de las bebidas.

CUADRO N° 10

Resultado microbiológico de la bebida formulada con un factor de dilución 1:5 con 50% de sustitución con sucralosa

RECuento DE BACTERIAS EN LA BEBIDA		
Parámetros	T₆	Límites Microbiológicos (*)
Aerobios Mesofilos (ufc/ml)	< 10	10 - 10 ²
Mohos (ufc/ml)	< 10	1 - 10
Levaduras (ufc/ml)	< 10	1 - 10
Coliformes (NMP/cm ³)	< 3	< 3

(*) Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA

Fuente: Elaboración propia (2014)

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 De la caracterización de la pulpa de sanky

El pH del fruto (2.9) estuvo por encima del valor de 2.7 reportado por Nolzco (2007) pero por debajo del valor 3.05 obtenido por Arévalo *et al.* 2012. De igual manera el pH del sanky es significativamente menor al de otros frutos pertenecientes a la familia de las cactáceas, pues Sarmiento (2003) reportó valores de 3.5 para el ayrampo y de 5.9 – 6.2 para la tuna. Al respecto Nolzco (2007), indica que el pH puede ser influenciado por el contenido de Vitamina C (ácido ascórbico) en el fruto, aparte de los ácidos orgánicos presentes.

La acidez en el sanky expresada en ácido cítrico fue de 2.69, valor que supera al 2.25% obtenido por Nolzco (2007) y al de otros frutos inclusive de la misma familia, siendo la acidez del ayrampo entre 1.72% a 1.81% y para la tuna una acidez muy baja de 0.03% a 0.04% (Sarmiento, 2003). Al respecto Ortiz (1999) menciona que la variación de las variables químicas, especialmente la acidez, está muy ligado al estado de madurez en recolección y que esta disminuye durante el proceso de maduración, además la presencia de ácido oxálico, málico y succinato, en diferentes proporciones y de acuerdo a la variedad en todos los frutos de cactáceas

pertenecientes a las familias de la *Opuntia ssp.*, pero siempre con predominancia del ácido cítrico (Pimienta y Ramírez, 1999).

Respecto a los sólidos solubles, la muestra evaluada presentó un contenido promedio de 3.4, valor superior a los reportados por Arévalo *et al.* (2012) y Matos *et al.* (2010) quienes reportaron valores de 2.9 y 3.1 respectivamente. Al respecto Badui (1995) menciona que la aceptabilidad de los frutos en fresco está directamente relacionada con el contenido de azúcares en la fruta madura y que la máxima aceptación se alcanza a diferentes niveles de sólidos solubles según sea en variedades de baja o de alta acidez. Este hecho demuestra que una referencia o índice de calidad para asegurar la satisfacción de los consumidores, basado en un valor único de sólidos solubles, no sería apropiado para todas las variedades.

El índice de madurez ($^{\circ}\text{Brix}/\%$ de ácido cítrico en 100 ml) fue de 1.26 se encuentra muy por debajo de los valores reportados por Ccatamayo y Valderrama (2014) para los frutos tuna (147.62 – 240.09); ayrampo (7.23), respectivamente.

La densidad del fruto de sanky fue de 0.929 g/cm^3 , este valor se encuentra por debajo de los valores reportados por Rodríguez *et al.* (2004) y Ccatamayo y Valderrama (2014) para el zapote (1.083 g/cm^3),

guayaba (1.051 g/cm^3), papaya (0.987 g/cm^3); y ayrampo (1.08 g/cm^3). Al respecto Pantástico (1979), sostiene que debido a un alto contenido de humedad para la mayoría de los frutos, el valor de su densidad fluctúa alrededor de 1.000 g/cm^3 .

6.2 De la elaboración de las bebidas experimentales

Se obtuvo un peso promedio de los frutos de sanky de $295.1 \pm 74.47 \text{ g}$, valor que se encuentra dentro de los rangos reportados por Céspedes y Cary (1998) y Nolazco (2007) para la variedad *Corryocactus puquiensis* de $100 - 320 \text{ g}$ y $180 - 420 \text{ g}$ y, respectivamente. Al respecto Nolazco (2007) indica que la pérdida de agua por transpiración es mayor a temperatura alta y baja humedad relativa.

El rendimiento en pulpa fue de 35.92% , semillas 23.41% y 40.67% en cáscara, valor que se encuentra muy por debajo de los rendimientos en pulpa obtenidos por Nolazco (2007) de 57.5% para el sanky. Al respecto Cheftel y Cheftel (1976), indican que los rendimientos normales en pulpa de frutas es: piña 50% , manzanas 65% y uvas 75% .

Asimismo, los rendimientos del proceso obtenidos para los tratamientos T_1 y T_6 fueron 1.9 y 2.26 litros de bebida por kilogramo de materia prima que inicia el proceso productivo muestran una relación lineal directa con

respecto al factor de dilución empleado y una dependencia del porcentaje de pulpa del fruto. En los balances de materia (Anexo II y III), se observa que 64.08% del total de la materia prima que inicia el proceso se pierde en las operaciones de pelado, pulpeado y refinado, siendo las demás mermas poco significativas y habituales en todo proceso de transformación.

6.3 De la determinación del factor de dilución y cantidad de edulcorante equivalente a la concentración de sacarosa.

La proporción adecuada obtenida de las diluciones 1:4 y 1:5 (pulpa/agua) presentaron notoriamente mejor acidez y homogeneidad que las diluciones 1:3 y 1:6 (agua/pulpa). Se evidencio que las diluciones se encuentran entre los resultados reportados por Nolazco (2007) en pulpa de sanky y Astorga y Reyes (2011) en la mezcla de pulpa de mando y extractó de soya donde la dilución más aceptada fue 1:1.44 y 1:1.38 (pulpa; agua), respectivamente. Por otro lado, se cumplió con los requisitos mínimos establecidos en la NTP 203.110, 2009 (mínimo 20% de pulpa en el néctar). La adición de los edulcorantes fue stevia (1.02 g/L) y sucralosa (0.4g/L).

6.4 De la evaluación de la incorporación de edulcorante (stevia o sucralosa) en la formulación como sustitución total o parcial de la sacarosa en la formulación de las bebidas

En la prueba de ordenamiento, se determinó que los panelistas optaron por bebidas que se sustituye el 50% del total de sacarosa, en las muestras con un factor de dilución 1:4 y 1:5 (relación pulpa/agua), obteniéndose como los tratamientos que presentaron un mejor sabor al tratamiento T₁ (50% de azúcar sustituido por stevia) y tratamiento T₆ (50% de azúcar sustituido por sucralosa). Koguishy y André (2009), indica que la respuesta sensorial de la sustitución de la sacarosa en las diluciones ensayadas, se deberían a que en menores diluciones, la acidez y algunos componentes que confieren sabor a la bebida enmascaran el sabor residual de este edulcorante. Por otro lado, la poca preferencia de los tratamientos en que sustituyó totalmente la sacarosa se debe a que los néctares endulzados con sacarosa tienen un gusto dulce familiar al que están acostumbrados los consumidores, sin embargo el gusto dulce que produce un edulcorante intenso (stevia o sucralosa) es algo a lo que el paladar de los consumidores no está acostumbrado (Caruajulca D., 2012).

En la prueba de aceptabilidad, se determinó que la bebida elaborada con un grado de dilución 1:5 y con un 50% de sustitución del total de azúcar añadida por sucralosa (tratamiento T₆) alcanzó un puntaje promedio de

7.23 en una escala hedónica de nueve puntos, lo que equivale a decir que la bebida “gustó bastante” a los panelistas que participaron de la evaluación. Si bien es cierto no se evidencia el predominio de un atributo sensorial en el nivel de agrado, se destaca en este tratamiento su buen color (7.60), característico al del sanky, apariencia (7.33) y sabor (7.33), mientras que el olor (6.70) fue el atributo de menor ponderación. Esto concuerda con lo reportado por Umbelino y André (2005), Koguishy y André (2009) quienes encontraron que jugos de mango y guayaba edulcorados con stevia y sucralosa intensos presentan una menor intensidad de aroma en comparación a otros edulcorantes como la sacarosa, aspartame, acesulfame y mezcla ciclamato/sacarina (2:1).

En lo que respecta a la consistencia, este atributo *gustó bastante* a los panelistas (7.20), lo cual se contrapone con lo reportado por Umbelino y André (2005), Koguishy y André (2009) quienes encontraron bastante disminuido este atributo en jugos de mango y guayaba edulcorados con stevia y sucralosa en comparación con otros edulcorantes intensos. Esto se debe presumiblemente a que la pulpa del sanky contiene mucílagos y pectinas que coadyuvan a la estabilización de la bebida (Nolazco, 2007).

6.5 De la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida de mayor aceptabilidad (T₆)

Los análisis fisicoquímicos realizados a la bebida de mayor aceptabilidad (tratamiento T₆), determino un valor de acidez de 0.512 %, valor que se encuentra por encima del 0.36% y 0.45% reportados por Nolazco (2007) y Caruajulca (2012) para néctares de sanky y membrillo, respectivamente, cumpliendo con las especificaciones establecidas (min 0.4%) en la norma técnica peruana 203.110 (2009) para frutas de elevadas acidez.

Los sólidos solubles en bebida de sanky encontrado fue de 7.4, valor inferior al valor de 8.6 reportado por Medrano y Zorrilla (2012), pero por encima al valor 6.32 reportado por Caruajulca (2012) para néctar de durazno y membrillo edulcorado con stevia. Al respecto, Bailon (2006) indica que la concentración final de solidos solubles de un néctar se encuentra en función de los sólidos solubles de la fruta que se va emplear, el factor de dilución empleado y del tipo de edulcorante empleado.

La densidad en la bebida de sanky encontrada fue de 1.016, valor superior al valor de 1.015 reportado por Ccatamayo y Valderrama (2014). Para bebida de ayrampo. Sin embargo al tratarse de producto de alta humedad el valor de densidad va estar próximo a la unidad y va mostrar

pequeñas variaciones en función a la cantidad y el tipo de azúcar que se emplee para la endulzar la bebida.

El pH de la bebida de sanky encontrando es de 3.18 valor superior al valor de 3.03 reportado por Nolazco (2007). Pero inferior al valor de 3.59 reportado por Caruajulca (2012) para néctar de sanky y membrillo. A su vez la pH encontrada en la dilución cumple con las especificaciones establecidas (menor de 4.5) en la norma técnica peruana 203.110 (2009) para jugo y puré de fruta.

El análisis proximal de la bebida con mayor aceptabilidad (tratamiento T₆). Donde podemos mencionar su bajo contenido calórico (18.26 Kcal) equivalentes a 32.84% del aporte calórico de una bebida de sanky edulcorado con azúcar reportado por Nolazco (2007); es decir este producto aporta 67.16 % menos calorías, lo que clasifica dentro de la categoría de producto light, muy recomendado para deportistas y personas que tengan proscrito el consumo de sacarosa.

Por otro lado, el contenido de cenizas encontrado en la muestra (2.32%) se encuentra muy por encima de los valores de 0.1% y de 0.58% reportados por Nolazco (2007) y Ccatamayo y Valderrama (2014) para una bebida de sanky y ayrampo endulzados con azúcar, respectivamente; y del 0.25%, 0.70% y 0.17% reportados por Lazcano et. al. (2010), Salas

et al. (2009) y Medrano y Zorrilla (2012) para néctares de tuna, camú camú y durazno edulcorados con sacarina y stevia, respectivamente. Este alto porcentaje de cenizas refleja el gran contenido de minerales, lo cual concuerda con lo reportado por Nolazco 2007 que reporta concentraciones de 417 ppm y 249 ppm de potasio y calcio en 100 ml de néctar de sanky, a su vez esta misma autora reporta altas concentraciones de fosforo y magnesio en la pulpa de sanky. Al respecto el Departamento de Agricultura y Servicios de Consumo de Carolina del Norte (2014) sostiene que los minerales son indispensables para mantener el equilibrio y la fluidez de las células; para formar los huesos y las células de la sangre; para el desarrollo del sistema nervioso, para desarrollar el tono de los músculos y, para regular la actividad del corazón, hígado, estómago y todos los demás órganos internos.

En lo referente al contenido de agua encontrado en la muestra (93.34%) se encuentra muy por encima de los valores de 86% y 80.42% reportados por Nolazco (2007) y Ccatamayo y Valderrama (2014) para néctares de sanky y ayrampo endulzados con azúcar, respectivamente; y del 90.1%, 82.35% y 91.06% reportados por Lazcano *et al.* (2010), Salas *et al.* (2009) y Medrano y Zorrilla (2012) para néctares de tuna, camú camú y durazno edulcorados con sacarina y stevia, respectivamente. Esto se debe a que el sanky nos permite trabajar con factores de dilución mayores a los de los frutos antes mencionados y al alto poder edulcorante (poder edulcorante

600 veces mayor al de la sacarosa), se requiere pequeñas cantidades para lograr el mismo grado de dulzor.

Por otro lado, en la evaluación microbiológica reportada en el Cuadro N° 10, confirma que la bebida de mayor aceptabilidad T₆ fue tratado térmicamente de manera eficiente logrando reducir la carga microbiana por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NTP 203. 110: 2009, la NTS 071-2008-MINSA y el CODEX STAND 247-2005.

La estabilidad microbiológica de la bebidas formuladas se pueden deber a la adición de conservantes, como el sorbato de potasio. Al respecto Nolazco (2007), indica que este se puede utilizar para conservar los productos alimenticios hasta un pH de 5-6 como máximo, el pH normal en el néctar que es de 3 ayuda a que el principio activo de sorbato de potasio inhiba el crecimiento de microorganismos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

- El principal efecto de los edulcorantes stevia o sucralosa se manifiesta en el sabor de la bebida de sanky, siendo la bebida edulcorada con sucralosa, a un nivel de sustitución del 50%, la de mayor aceptabilidad ($\alpha=0.05$).
- Las características fisicoquímicas en la pulpa de sanky fueron pH 2.95 ± 0.033 de acidez titulable $2.69\% \pm 0.071\%$, °Brix 3.4 ± 0.25 , índice de madurez 1.26 ± 0.057 y densidad $0.929 \text{ g/ml} \pm 0.011 \text{ g/ml}$.
- Las etapas del proceso involucrados en la bebida de sanky fueron: seleccionado, clasificación, lavado, desinfectado, acondicionamiento, licuado, pulpeado, refinado, estandarizado, homogenizado, pasteurizado, envasado, enfriado y almacenado.
- La proporción más apropiada para la elaboración de la bebida de sanky (*Corryocactus brevistylus*) fue la dilución 1:5, con un nivel de sustitución de sacarosa del 50% con sucralosa (T₆).

- En el efecto del uso de edulcorantes se detectaron diferencias significativas en cuanto al sabor de los tratamientos T₁ y T₆ con un nivel de significancia de $\alpha=5\%$.
- Las características fisicoquímicas de la bebida de sanky de mayor aceptabilidad fueron pH 3.18 ± 0.02 de acidez Titulable $0.512 \% \pm 0.02 \%$, °Brix 7.4 ± 0.1 , densidad $1.016 \text{ g/ml} \pm 0.01 \text{ g/ml}$, proteínas $0.11 \% \pm 0.01 \%$, grasa $0.18 \% \pm 0.02 \%$, agua $93.34 \% \pm 3.7 \%$, ceniza $2.32 \% \pm 0.16 \%$ y carbohidratos 4.05% . En cuanto al análisis microbiológico de la bebida cumple con las especificaciones de la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar la prueba de aceptabilidad en diferentes grupos etarios y personas comprometidas con el consumo de alimentos hipocalóricos, como los pacientes diabéticos.

- Experimentar la combinación de sanky (*Corryocactus brevistylus*) con otras frutas en la elaboración de bebidas y otros productos, que permitan aumentar su aceptabilidad y diversificando sus usos o aplicaciones en la industria de alimentos.

- Realizar estudios para la extracción de hidrocoloide presentes en la cascara de sanky. Con la finalidad de aprovechar al 100% la materia prima.

- Evaluar la composición funcional de la bebida, realizando ensayos de componentes fenolicos, capacidad antioxidante y minerales de productos elaborados con sanky.

- Se debe realizar un estudio de pre-factibilidad económica para determinar la rentabilidad del producto elaborado.

CAPÍTULO IX

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- ANZALDÚA MORALES A., (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial, 1994.

- ASTORGA S., JUAN I. Y REYES R., MING J., (2011). Elaboración de una bebida baja en caloría a base de pulpa de mango (*mangifera indica L.*) y extracto de soya (*Glycinemax*), edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa Nuevo Chimbote - Perú.

- ARÉVALO *et al.*, (2012). Estudio el uso de biopectinasa y filtración al vacío para la clarificación de una mezcla diluida de pulpa de sancayo (*Corryocactus brevistylus*) y tuna (*Opuntia ficus-indica*) a diferentes temperaturas.

- A.O.A.C., (2005). Método moderno para el análisis químico.

- BAILÓN R., (2006). Procesamiento de fruta.

- BADUI S., (1995). Química de los alimentos. México: Editorial Alhambra Mexicana.
- BAÑO M., WILSON E., (2010). Estudio del edulcorante natural stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en una bebida no carbonatada cítrica. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato (AMBATO-ECUADOR).
- BORJA, ANDREA I., ALCIVAR, ANGELICA, SANTACRUZ Y STALIN, (2012). Desarrollo de una bebida de *vaciniumfloribundumkunth* con aplicación de luz ultravioleta como método de pasteurización Universidad de Antioquia Medellin, Colombia. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914046>
- BRANDLE JIM, (2005). Stevia, Nature's natural lowcaloriesweetener. consulta: junio 2013. En:
http://res2.agr.ca/London/faq/stevia_e.htm.
- CACERES F., GARCIA A., PONCE E., Y ANDRADE R., (2000). "El sanky" *corryocactus brevistylus* (schumann ex vauper) Britton y Rose, revista quepo 14.

- CARUAJULCA B., DORA V., (2012). Determino los efectos de la concentración de extracto de stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de néctar de membrillo. Proyecto presentado para optar el título de Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional de Trujillo (TRUJILLO - PERÚ).
- CÉSPEDES S. Y CARY A., (1998). Liofilización, determinación del contenido de vitamina C y yodo e índice de consumo de dos variedades de sanky (*Corryocactus brevistylus* y *puquiensis*). Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición Humana UNAS.(AREQUIPA-PERÚ)
- CCATAMAYO ORE G. Y VALDERRAMA PACHO V., (2014). Desarrollo una bebida funcional aprovechando las propiedades del Ayrampo (*Berberis*) (HUANCAVELICA - PERÚ).
- CHEFTEL J. Y CHEFTEL H., (1976). Introducción a la Bioquímica y Tecnología de alimentos, Vol 1. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.

- CODEX STAND 247-2005. Norma General del Codex para zumos (jugos) y Néctares de frutas. Obtenida el 20 de enero del 2014 en: <http://www.codexalimentarius.org>
- DESROSIER, W.N. 1982. Conservación de Alimentos. CECSA. México.
- DIANA. M. NOLAZCO C., (2007). Elaboración de néctar de sanky (*corryocactus brevistylus sub sp. Puquiensis*). Tesis para obtener el título profesional de Industrias Alimentarias UNALM (LIMA - PERU).
- North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Food and Drug Protection Division. <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Minerales.pdf>
- HERRERA C., GOMEZ J. Y GONZALEZ R., (2012). El cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en condiciones agroambientales de Nayarit, México.
- KOGUISHI C. Y ANDRÉ H., (2009). Sensorial profile of sweeteners in guava nectar. Alim. Nutr. Raraquara, 2009; 20(4): 561-572.

- MANCHENO M., (2011). Desarrollo de un prototipo de mermelada light de frutilla ecológica, utilizando sucralosa (*Splenda*) como edulcorante no calórico. Tesis para optar el título de Bioquímico Farmacéutico de la Escuela Superior Politécnica Chimborazo (RIOBAMBA - ECUADOR).
- MATOS A., PAREDES J., GONZÁLEZ L., (2010). Determinación de la Capacidad Antioxidante de los Compuestos Fenólicos del sancayo (*Corryocactus brevistylus*). Revista de investigación en ciencia y tecnología de alimentos. Perú. Vol. 1. n° 1. p. 66-71.
- MEDRANO CAMARGO C. Y ZORRILLA CONCHUCOS M., (2012). Elaboración de néctar de durazno (*Prunua pérsica*) endulzado con stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en polvo. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos de la Escuela profesional de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao.
- MONTES RIOS N., (2009). Edulcorantes calóricos y no calóricos <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/14052-edulcorantes-caloricos-y-no-caloricos>.

- N. SALAS DE LA T., E. ESTRADA A., R. LENGUA C., J. PINO G., R. ALVIS D., D. BAZÁN G., E. BECERRA V., J. SANDÍVAR R., M. CARHUANCHO A., A. OSORIO A., V. R. CAJA R., (2009). Proceso para obtener bebida nutracéutica a partir de *myrciariadubia* (*camucamu*), orientado a reducir efectogenotóxico en niños de edad escolar. rev. per. quím. Ing. quím. Vol. 12 N° 2, 2009. págs. 34-41
- NORMA TECNICA PERUANA 203.110:2009; jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisito. 1° Edición.
- NORMA TECNICA PERUANA - ISO 4121:2008; Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escala de respuestas cuantitativas.
- ORTIZ C., (1999). Desarrollo un sistema instrumental de detección y cuantificación de lanosidad en melocotón. Tesis Doctoral. UPM.
- PANTASTICO, ER.B., (1979). Fisiología de la post-recolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. compañía editorial continental. México.
- PARDO O., (2002). Etnobotánica de algunas cactáceas y suculentas el Perú *chlorischilensis* año 5.n°1. <http://www.chlorischile.cl/pardo/cactaceas.htm>

- PADILLA FLORES S., (2001) Formulación y aceptabilidad de una receta de galleta de avena utilizando sucralosa para pacientes diabéticos. Tesis para optar el título de Nutricionista de la Universidad Francisco Marroquin (Guatemala).
- PIMIENTA B. Y RAMIREZ H., (1999). Contribuyó al conocimiento agronómico y biológico de los nopales tuneros. Rev. Agrociencia. Vol. 33: 321-334. Universidad de Guadalajara México.
- RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 591-2008. Aprueba la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01. "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".
- RODRÍGUEZ Y LOPEZ – GONZÁLES, (2004). Caracterización de las tunas de la variable Villanueva y Cardona.
- SAMUEL DURÁN A., MARÍA QUIJADA M., LORETO SILVA V., NAZARENA ALMONACID M., MARÍA BERLANGA Z, MARÍA RODRIGUEZ N., (2011). Estudio los niveles de ingesta diaria de edulcorantes no nutritivos en escolares de la región de Valparaíso.

- SARMIENTO V., (2003). Estudio la Estabilidad fisicoquímica y actividad antioxidante de las betalainas en el extracto hidrosoluble del Ayrampo (*Opuntia soherensii*) durante el proceso de atomizado. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos en la UNALM (LIMA - PERU).
- SALAZAR ALTAMIRANO M., (2011). Elaboración y control de calidad de yogurt con zapallo endulzado con stevia para pacientes diabéticas. Tesis para optar el título de Bioquímico Farmacéutico de la escuela superior politécnica Chimborazo (RIOBAMBA - ECUADOR).
- SCHMELING Y AMARAL, (1967). Edulcorantes natural no calórico, Centro de investigación de la Stevia. Vol. XXIX-N5, San Paul (*On line*). Disponible en <http://www.capaste.org>
- LAZCANO HERNÁNDEZ M., JARAMILLO ALVARADO M, NAVARRO CRUZ A., GONZALES SALOME F., (2014). Elaboración de bebida refrescante para diabéticos. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. México

- U.N.A.L.M., (2006). Estudios de las propiedades químicas y características físicas del sanky.
<http://www.lamolina.edu.pe/gaceta/edicion2006/notas/nota153.htm>
- UMBELINO D. Y ANDRÉ H., (2005). Caracterizacáo sensorial por análisedescritivaquantitativa e análisetempointensidade de suco de polpa de manga (*Magnifera indica L.*)adocadoscom diferentes edulcorantes. Tese (Doctorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- VELEZ A., LINA C., (2002). Desarrollo de bebida láctea tipo yogur con edulcorante no calórico. trabajo para optar el título de especialista en Ciencias y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia.
- WITTIG DE PENNA, EMMA. (2001). Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Universidad Nacional de Chile.
- WONG D., (1995). Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza.

ANEXO

ANEXO I

Operaciones para la obtención de bebida de sanky edulcorada

FIGURA N° 7: Operación de seleccionado y clasificado



Fuente: Elaboración propia (2014)

FIGURA N° 8: Operación de lavado y desinfectado



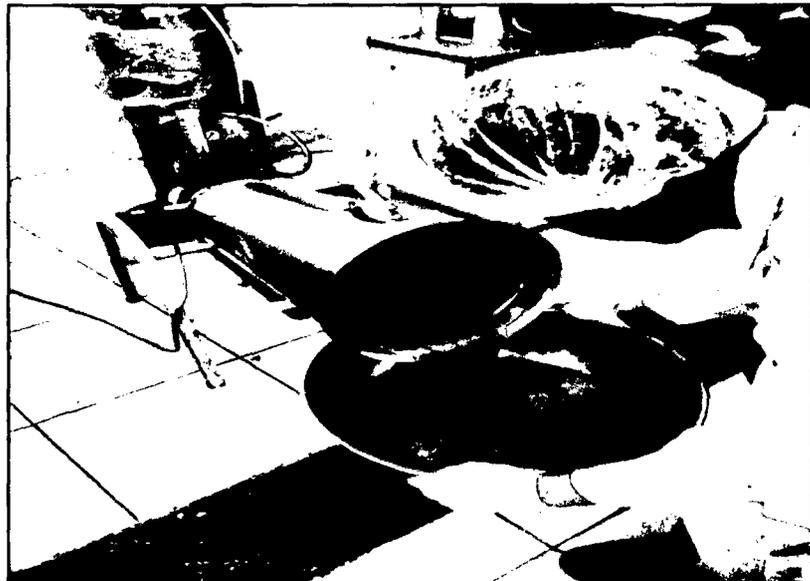
Fuente: Elaboración propia (2014)

FIGURA N° 9: Operación de acondicionamiento



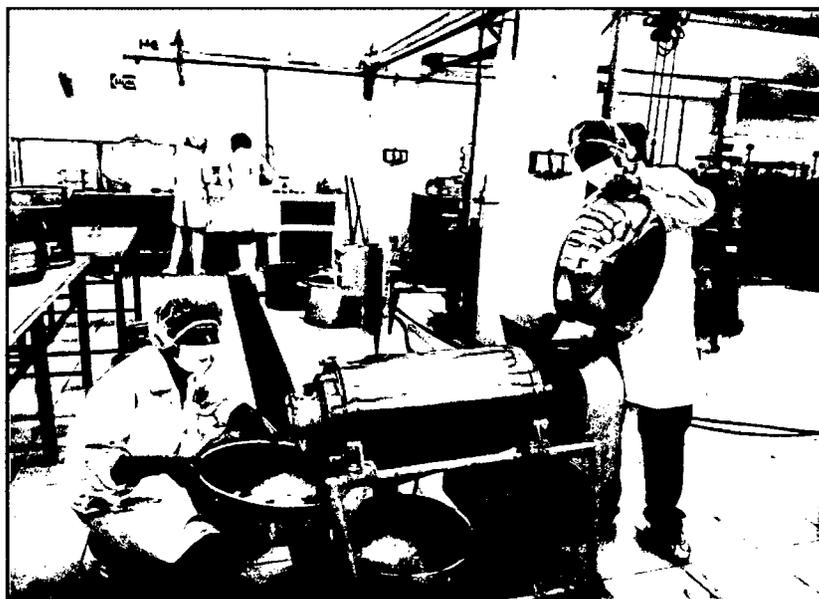
Fuente: Elaboración propia (2014)

FIGURA N° 10: Operación de licuado



Fuente: Elaboración propia (2014)

FIGURA N°11: Operación de pulpeado y refinado



Fuente: Elaboración propia (2014)

**FIGURA N° 12: Operación de estandarizado, homogenizado
y pasteurizado**



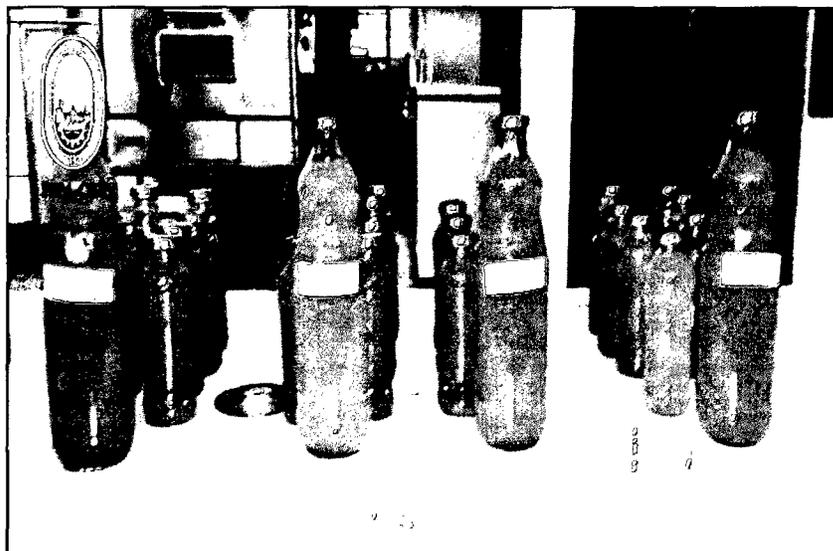
Fuente: Elaboración propia (2014)

FIGURA N° 13: Operación de envasado



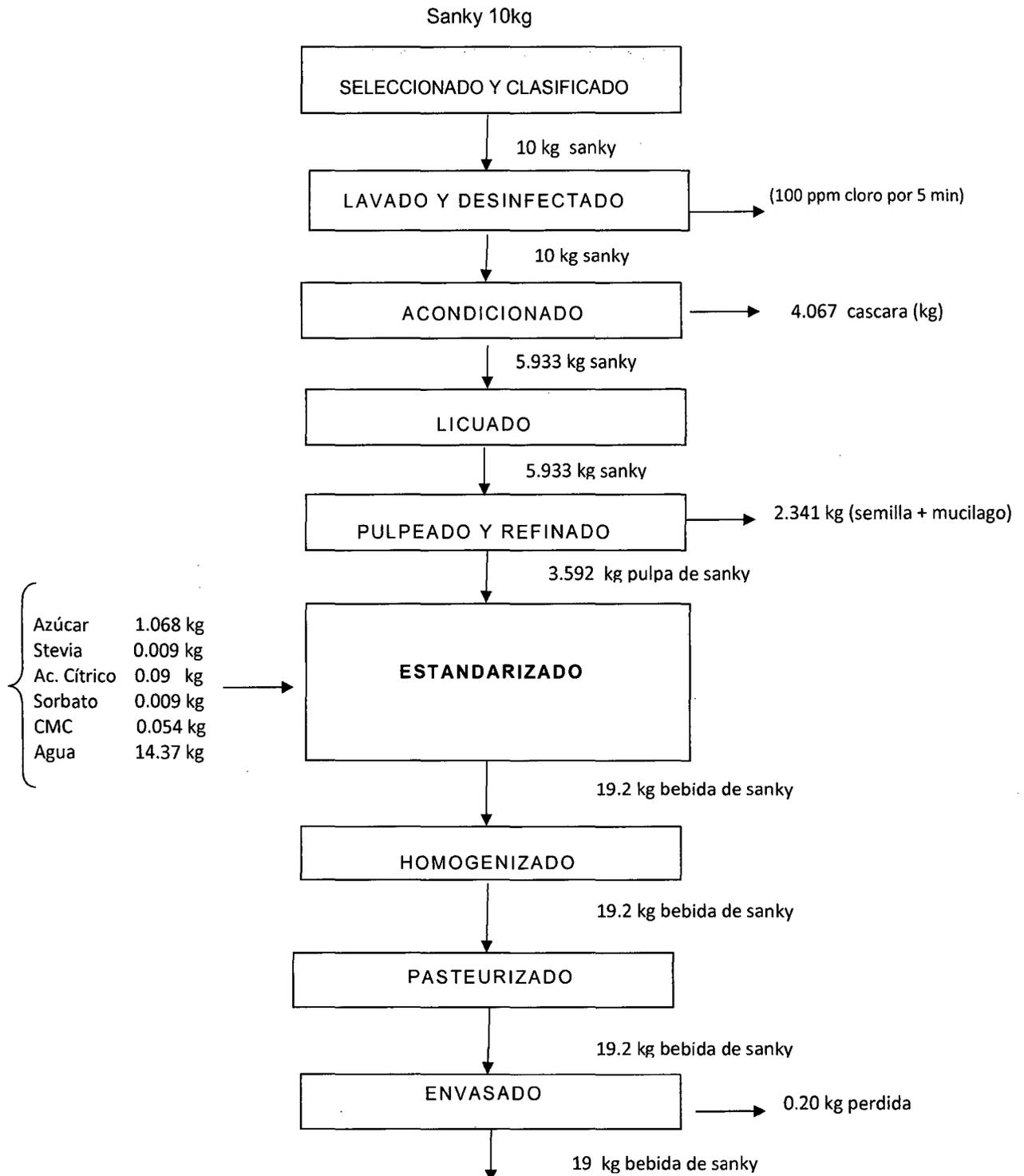
Fuente: Elaboración propia (2014)

FIGURA N° 14: Operación de enfriado



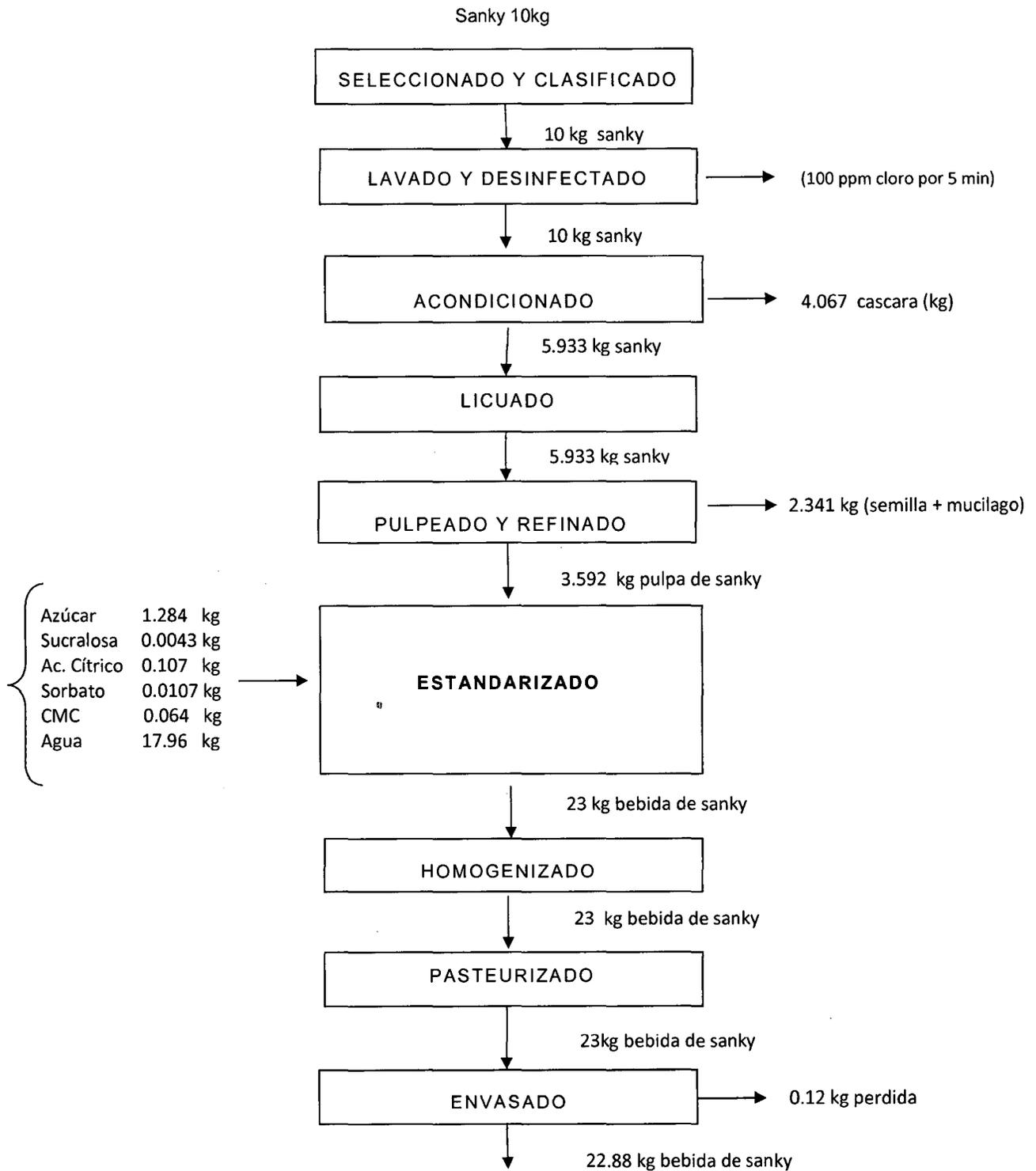
Fuente: Elaboración propia (2014)

ANEXO II: Balance de materia del tratamiento T₁



Fuente: Elaboración propia (2014)

ANEXO III: Balance de materia del tratamiento T₆



Fuente: Elaboración propia (2014)

ANEXO IV

Resultados de la prueba de ordenamiento de la dilución 1:4

(Zumos: agua)

JUEZ	MUESTRAS					TOTAL
	189	304	265	623	438	
1	1	5	2	3	4	15
2	2	5	4	3	1	15
3	2	5	4	3	1	15
4	2	4	5	3	1	15
5	2	4	5	3	1	15
6	5	1	2	4	3	15
7	2	4	1	5	3	15
8	1	5	4	3	2	15
9	2	1	5	3	4	15
10	3	1	2	5	4	15
11	2	5	3	4	1	15
12	4	1	3	5	2	15
13	3	4	1	5	2	15
14	5	2	4	3	1	15
15	2	3	5	4	1	15
16	2	5	1	4	3	15
17	2	3	4	5	1	15
18	1	3	5	4	2	15
19	2	3	4	5	1	15
20	4	1	3	5	2	15
21	2	5	3	4	1	15
22	2	4	3	5	1	15
23	4	1	3	5	2	15
24	2	4	3	5	1	15
25	1	4	5	3	2	15
26	5	4	2	3	1	15
27	4	2	1	5	3	15
28	3	4	1	5	2	15
29	1	4	3	5	2	15
30	2	3	4	5	1	15
TOTAL	75	100	95	124	56	450

CODIFICACIÓN	
T ₃ = 189	Muestra edulcorada con 100% stevia
T ₂ = 304	Muestra edulcorada con 50% de sucralosa
T _P = 265	Muestra patrón
T ₁ = 623	Muestra edulcorada con 50% de stevia
T ₄ = 438	Muestra edulcorada con 100% de sucralosa

Hipótesis

H₀: No hay diferencia en el sabor con las demás muestras

H_a: Al menos alguna de las muestras presenta un sabor diferente al de las demás.

Nivel de significancia α=0.05 (5%)

Prueba Estadística: Prueba de Friedman

Calculo estadístico de Friedman: X²r

$$X^2_r = \left(\frac{12 \sum Ri^2}{N \times K \times (K + 1)} - 3 \times N \times (K + 1) \right)$$

$$X^2_r = \left(\frac{12 \times (75^2 + 100^2 + 95^2 + 124^2 + 56^2)}{30 \times 5 \times 6} - 3 \times 30 \times 6 \right) = 35.49$$

Cálculo del estadístico tabular (X²)

$$X^2(k - 1gl, 1 - \alpha) = X^2(4gl, 0.95) = 9.49$$

Comparación:

Como: $\chi^2_r > \chi^2$ Se rechaza la H_0 y se acepta H_a

Tratamientos	T ₁	T ₂	T _P	T ₃	T ₄
Resultados	124	100	95	75	56

Prueba de diferencia mínima significativa (DMSF α)

$$DMSF\alpha = Q(\alpha, K) \sqrt{\frac{n * k * (k + 1)}{12}}$$

$$DMSF\alpha = 3.858 * \sqrt{\frac{30 * 5 * (5 + 1)}{12}}$$

$$DMSF\alpha = 33.41$$

Código	T ₁	T ₂	T _R	T ₃	T ₄
T ₄	68*	44*	39*	17	0
T ₃	49*	25	20	0	
T _R	29	5	0		
T ₂	24	0			
T ₁	0				

(*) Existe diferencia significativa.

Conclusión: La hipótesis H_a se acepta ya que el tratamiento T₁ presenta un mejor sabor en relación a las demás.

ANEXO V

Resultados de la prueba de ordenamiento de la dilución 1:5

(Zumos: agua)

JUEZ	MUESTRAS					TOTAL
	544	344	731	455	127	
1	1	5	2	3	4	15
2	2	4	5	3	1	15
3	3	5	1	4	2	15
4	1	4	3	5	2	15
5	1	5	3	2	4	15
6	3	4	1	5	2	15
7	1	5	3	4	2	15
8	3	5	1	4	2	15
9	1	5	2	3	4	15
10	1	5	4	2	3	15
11	1	4	5	3	2	15
12	3	4	1	2	5	15
13	2	5	1	4	3	15
14	1	5	3	4	2	15
15	1	5	3	2	4	15
16	2	3	4	1	5	15
17	2	3	4	5	1	15
18	1	4	5	2	3	15
19	2	3	4	1	5	15
20	1	2	3	5	4	15
21	2	5	3	4	1	15
22	1	5	3	4	2	15
23	2	4	5	3	1	15
24	2	3	4	5	1	15
25	3	4	5	1	2	15
26	2	5	4	3	1	15
27	3	5	1	2	4	15
28	3	4	2	1	5	15
29	1	4	3	5	2	15
30	3	5	4	2	1	15
TOTAL	55	129	92	94	80	450

CODIFICACIÓN	
T ₇ = 544	Muestra edulcorada con 100% stevia
T ₆ = 344	Muestra edulcorada con 50% de sucralosa
T _P = 731	Muestra patrón
T ₅ = 455	Muestra edulcorada con 50% de stevia
T ₈ = 127	Muestra edulcorada con 100% de sucralosa

Hipótesis

H₀: No hay diferencia en el sabor con las demás muestras

H_a: Al menos alguna de las muestras presenta un sabor diferente al de las demás.

Nivel de significancia: α=0.05 (5%)

Prueba Estadística: Prueba de Friedman

Cálculo estadístico de Friedman: X²r

$$X^2_r = \left(\frac{12 \sum R_i^2}{N \times K \times (K + 1)} - 3 \times N \times (K + 1) \right)$$

$$X^2_r = \left(\frac{12 \times (55^2 + 129^2 + 92 + 94^2 + 80^2)}{30 \times 5 \times 6} - 3 \times 30 \times 6 \right) = 38.21$$

Cálculo del estadístico tabular (X²)

$$X^2(k - 1gl, 1 - \alpha) = X^2(4gl, 0.95) = 9.49$$

Comparación:

Como: $\chi^2_r > \chi^2$ Se rechaza la H_0 y se acepta H_a

Tratamientos	T ₆	T ₅	T _P	T ₈	T ₇
Resultados	129	94	92	80	55

Prueba de diferencia mínima significativa (DMSF α)

$$DMSF\alpha = Q(\alpha, K) \sqrt{\frac{n * k * (k + 1)}{12}}$$

$$DMSF\alpha = 3.858 * \sqrt{\frac{30 * 5 * (5 + 1)}{12}}$$

$$DMSF\alpha = 33.41$$

	T ₅	T ₆	T _P	T ₇	T ₈
T ₈	14	49*	12	25	0
T ₇	39*	74*	37	0	
T _R	2	37*	0		
T ₆	35*	0			
T ₅	0				

(*) Existe diferencia significativa

Conclusión: La hipótesis H_a se acepta ya que el tratamiento T₆ presenta un mejor sabor en relacionado a las demás.

ANEXO VI: Prueba de aceptabilidad de la bebida con dilución 1:4 (zumo: agua), tratamiento T₁

ESCALA DISCRIMINATIVA	FRECUENCIA DE LAS RESPUESTAS					CALIFICACIONES				
	Apariencia	Sabor	Color	Olor	Consistencia	Apariencia	Sabor	Color	Olor	Consistencia
Me disgusta extremadamente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta Mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta bastante	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0
Me disgusta ligeramente	1	1	0	2	0	4	4	0	8	0
Ni me gusta ni me disgusta	1	4	2	4	1	5	20	10	20	5
Me gusta ligeramente	7	8	3	8	3	42	48	18	48	18
Me gusta Bastante	13	12	14	14	13	91	84	98	98	91
Me gusta Mucho	8	4	9	2	10	64	32	72	16	80
Me gusta extremadamente	0	0	2	0	3	0	0	18	0	27
Total	30	30	30	30	30	6.87	6.37	7.20	6.33	7.37

Fuente: Elaboración propia (2014)

ANEXO VII: Prueba de aceptabilidad de la bebida con dilución 1:5 (zumo: agua), tratamiento T₆

ESCALA DISCRIMINATIVA	FRECUENCIA DE LAS RESPUESTAS					CALIFICACIONES				
	Apariencia	Sabor	Color	Olor	Consistencia	Apariencia	Sabor	Color	Olor	Consistencia
Me disgusta extremadamente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta bastante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta ligeramente	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0
Ni me gusta ni me disgusta	1	2	1	4	1	5	10	5	20	5
Me gusta ligeramente	3	3	2	6	5	18	18	12	36	30
Me gusta Bastante	12	10	8	11	11	84	70	56	77	77
Me gusta Mucho	13	13	16	8	13	104	104	128	64	104
Me gusta extremadamente	1	2	3	0	0	9	18	27	0	0
Total	30	30	30	30	30	7.33	7.33	7.60	6.70	7.20

Fuente: Elaboración propia (2014)

ANEXO VIII

Evaluación de los atributos mediante la prueba de t-student

Evaluación de la apariencia

Panelistas	T6	T1
1	8	5
2	8	7
3	5	4
4	8	7
5	7	8
6	7	7
7	7	8
8	8	8
9	8	7
10	8	8
11	8	7
12	7	8
13	8	8
14	7	7
15	8	7
16	8	7
17	7	8
18	8	6
19	6	6
20	7	7
21	8	6
22	7	7
23	8	7
24	7	6
25	9	8
26	6	6
27	7	6
28	7	7
29	6	6
30	7	7

Fuente: Elaboración propia (2014)

➤ **Prueba de hipótesis**

H_0 : Las muestras presentan la misma apariencia.

H_a : Al menos una de ellas es diferente.

• **Prueba estadística T-STUDENT**

$T \leq T_{\text{tabla}}$ Se acepta la hipótesis H_0

$T > T_{\text{tabla}}$ se rechaza la hipótesis H_a

➤ **Nivel de significancia $\alpha=5\%$**

Tratamiento	T_6	T_1
Media	7.33	6.87
Varianza	0.71	0.95
Estadístico t	1.98	
$P(T \leq t)$ dos colas	0.05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00	

Fuente: Elaboración propia (2014)

Conclusión: Se acepta la hipótesis H_0 las muestras presentan la misma apariencia

Evaluación de sabor

Panelistas	T ₆	T ₁
1	9	7
2	5	6
3	8	7
4	8	6
5	8	8
6	8	7
7	5	8
8	8	6
9	7	6
10	7	7
11	7	7
12	8	6
13	8	5
14	8	7
15	8	7
16	7	8
17	7	7
18	8	6
19	7	7
20	6	5
21	7	6
22	8	5
23	8	7
24	7	7
25	9	7
26	7	3
27	7	4
28	8	5
29	6	6
30	6	8

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Prueba de hipótesis**

H_0 : Las muestras presentan el mismo sabor

H_a : Al menos una de ellas es diferente

- **Prueba estadística T-STUDENT**

$T \leq T_{\text{tabla}}$ Se rechaza la hipótesis H_0

$T > T_{\text{tabla}}$ se acepta la hipótesis H_a

- **Nivel de significancia $\alpha = 5\%$**

Tratamiento	T6	T1
Media	7.33	6.37
Varianza	0.99	1.41
Estadístico t	3.42	
P(T<=t) dos colas	0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00	

Fuente: Elaboración propia (2014)

Conclusión: Se acepta la hipótesis H_a las muestras presenta diferente sabor.

Evaluación del color

Panelistas	T6	T1
1	9	7
2	8	8
3	8	7
4	8	9
5	8	7
6	8	8
7	8	8
8	8	8
9	8	7
10	8	7
11	8	9
12	8	7
13	8	7
14	8	8
15	7	5
16	5	7
17	7	8
18	8	8
19	8	7
20	6	7
21	8	6
22	9	8
23	9	7
24	7	7
25	7	7
26	7	8
27	7	6
28	7	7
29	6	5
30	7	6

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Prueba de hipótesis**

H_0 : Las muestras presentan el mismo color

H_a : Al menos una de ellas es diferente

- **Prueba estadística T-STUDENT**

$T \leq T_{\text{tabla}}$ Se rechaza la hipótesis H_0

$T > T_{\text{tabla}}$ se acepta la hipótesis H_a

- **Nivel de significancia $\alpha = 5\%$**

Tratamiento	T_6	T_1
Media	7.6	7.2
Varianza	0.80	0.92
Estadístico t	1.67	
$P(T \leq t)$ dos colas	0.10	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00	

Fuente: Elaboración propia (2014)

Conclusión: Se acepta la hipótesis H_0 las muestras presentan el mismo color.

Evaluación del olor

Panelistas	T ₆	T ₁
1	8	6
2	8	7
3	8	8
4	6	7
5	8	6
6	8	6
7	8	7
8	8	6
9	7	7
10	7	7
11	7	7
12	5	7
13	5	6
14	7	7
15	6	7
16	6	7
17	6	7
18	7	8
19	6	7
20	8	6
21	7	5
22	7	5
23	7	6
24	4	5
25	5	4
26	7	6
27	6	7
28	7	5
29	5	4
30	7	7

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Prueba de hipótesis**

H_0 : Las muestras presentan el mismo olor

H_a : Al menos una de ellas es diferente

- **Prueba estadística T-STUDENT**

$T \leq T_{\text{tabla}}$ Se rechaza la hipótesis H_0

$T > T_{\text{tabla}}$ se acepta la hipótesis H_a

- **Nivel de significancia $\alpha = 5\%$**

Tratamiento	T_6	T_1
Media	6.70	6.33
Varianza	1.25	1.06
Estadístico t	1.32	
P($T \leq t$) dos colas	0.19	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00	

Fuente: Elaboración propia (2014)

Conclusión: Se acepta la hipótesis H_0 las muestras presentan el mismo olor.

Evaluación de la consistencia

Panelistas	T6	T1
1	8	7
2	8	9
3	8	9
4	8	7
5	8	9
6	8	8
7	7	7
8	8	8
9	7	7
10	8	8
11	8	7
12	8	7
13	7	8
14	7	7
15	5	8
16	8	7
17	6	8
18	8	8
19	7	7
20	7	8
21	6	7
22	7	8
23	7	7
24	6	6
25	8	5
26	6	6
27	7	6
28	7	7
29	7	7
30	6	8

Fuente: Elaboración propia (2014)

- **Prueba de hipótesis**

H_0 : Las muestras presentan la misma consistencia

H_a : Al menos una de ellas es diferente

- **Prueba estadística T-STUDENT**

$T \leq T_{\text{tabla}}$ Se rechaza la hipótesis H_0

$T > T_{\text{tabla}}$ se acepta la hipótesis H_a

- **Nivel de significancia $\alpha = 5\%$**

Tratamiento	T6	T1
Media	7.20	7.37
Varianza	0.72	0.86
Estadístico t	-0.73	
P($T \leq t$) dos colas	0.47	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00	

Fuente: Elaboración propia (2014)

Conclusión: Se acepta la hipótesis H_0 las muestras presentan la misma consistencia.

**ANEVO IX: Ficha de evaluación de la prueba de ordenamiento
de la bebida de sanky**

Tipo: Diferencia. Nombre:

Método: Ordenamiento. Fecha:

INDICACIONES:

Sírvase degustar las muestras y ordénelas de menor a mayor intensidad del estímulo sabor percibido

CÓDIGO	ORDEN				
	1°	2°	3°	4°	5°

OBSERVACIONES:

Muchas gracias por su participación

**ANEXO X: Ficha de evaluación de la prueba de escala hedónica
de la bebida de sanky**

Panelista: _____

Fecha: _____

Producto: _____ Código de muestra: _____

INDICACIONES:

Evaluar la siguiente muestra, indicar la intensidad percibida marcando con un aspa (x) la casilla adecuada de acuerdo a la siguiente escala.

Puntaje	Calificación
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta bastante
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta bastante
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

APARIENCIA	<input type="checkbox"/>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SABOR	<input type="checkbox"/>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COLOR	<input type="checkbox"/>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
OLOR	<input type="checkbox"/>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TEXTURA	<input type="checkbox"/>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

OBSERVACIONES:
