



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe
de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya
(*Hylocereus ocamponis*).**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) de
Industrias Alimentarias**

AUTORES

Iman Torres, Teylu

Zapata Chávez, Jeelmy Jhordan

ASESORA

Dra. León Roque, Noemí

Lambayeque, 16 de Julio de 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe de
yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus
ocamponis*).**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) de Industrias
Alimentarias

AUTORES

Iman Torres, Teylu

Zapata Chávez, Jeelmy Jhordan

APROBADO POR:

Dr. Ángel Wilson Mercado Seminario

PRESIDENTE DE JURADO

Dr. César Augusto Monteza Arbulú

SECRETARIO DEL JURADO

Ing. Carmen Annabella Campos Salazar

VOCAL

Dra. Noemí León Roque

ASESOR

Lambayeque, 16 de Julio de 2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N°037-UINV-FIQIA



Siendo las 6:00 pm del día 05 de julio del 2020, se reunieron vía plataforma virtual Google Meet, enlace de la videollamada: <https://meet.google.com/txm-avhv-cff>, los miembros de jurado evaluador de la Tesis Titulada:

“FORMULACIÓN Y OBTENCIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) Y JUGO DE PITAHAYA (*Hylocereus ocamposis*)”; designados por N° de decreto de aprobación del proyecto: 059-2019- UINV-FIQIA, fecha 15/MARZO /2019, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

Dr ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO.....Presidente

Dr. CÉSAR AUGUSTO MONTEZA ARBULÚ.....Secretario

Ing. CARMEN ANNABELLA CAMPOS SALAZAR ...Vocal.

La tesis fue asesorada por la Dra Noemi León Roque, nombrado (a) por Decreto N° 010-2018- UINV-FIQIA de fecha 14 DE MAYO DEL 2018. El acto de sustentación fue autorizado por RESOLUCION 156- 2021-D-FIQIA-VIRTUAL, de fecha 01 DE JULIO DEL 2021

La Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres: **IMAN TORRES TEYLU** y **ZAPATA CHÁVEZ JEELMY JHORDAN**, y tuvo una duración de 1 hora. Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (18) (DIECIOCHO) en la escala vigesimal, mención MUY BUENO, Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de Ingenieros en Industrias Alimentarias , de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 7:25 pm. se dió por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

Presidente

Dr. WILSON MERCADO SEMINARIO

Secretario

Dr. CÉSAR AUGUSTO MONTEZA ARBULÚ

Vocal

Ing. CARMEN ANNABELLA CAMPOS SALAZAR

Asesor

Dra. NOEMI LEON ROQUE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Iman Torres Teylu y Zapata Chávez Jeelmy Jhordan (investigadores principales), y León Roque Noemí (Nombre del Asesor), asesor del trabajo de investigación “**FORMULACIÓN Y OBTENCIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) Y JUGO DE PITAHAYA (*Hylocereus ocamponis*)**”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiere lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe

Lambayeque, 29 de Enero del 2021.

Nombre del investigador (es) -Iman Torres Teylu

-Zapata Chávez Jeelmy Jhordan

Nombre del asesor: León Roque Noemí

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada principalmente a **Dios**, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados; a mi **Papá Santos Iman Montenegro**, que aunque no lo tenga aquí físicamente quiero cumplirle mi más bonita promesa y que desde el cielo me sonría, porque si hoy soy lo que soy, es gracias a él, quien me enseñó a nunca rendirme y ser persistente en todo lo que me proponga; a mi **Mamá María Yolanda Torres Bances**, quien es mi razón y motivo para seguir adelante, porque quiero atribuirle más de lo que ella se merece, por todo su amor incondicional y su gran comprensión que me da día a día en cada meta propuesta en mí; a mis **Hermanos Herless, Grover**, a mis **Hermanas Marita, Karla** y mi **Anita**, quienes son las personas que me han dado los ánimos y fuerza para seguir este sueño y también a una persona muy especial; **Juan Carlos**. A todos **LOS AMO**.

Teylu Iman Torres

Dedico la presenta tesis a Dios, por otorgarme la fortaleza y sabiduría que requerí durante todo este camino.

A mis padres **Olga Lidia Chávez Terrones** y **Máximo Zapata Martines**, por ser esa fuente de inspiración para lograr mis metas, por el apoyo constante para lograr este objetivo y por ser mi motor que me impulsó a seguir adelante; y a mis hermanos **Rooney Jared Zapata Chávez** y **Steeven Chávez Terrones** por estar ahí para mí y ser un gran ejemplo a seguir, **LOS AMO**.

Jeelmy Jhordan Zapata Chávez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la bendición de la vida para seguir logrando nuestras metas planteadas.

A nuestros padres y hermanos por el apoyo incondicional en todo este tiempo del desarrollo de nuestra tesis, por la constancia y la confianza puesta en nosotros.

A nuestra Asesora, Dra. Noemí León Roque; por su disponibilidad para apoyarnos, por sus consejos y por su respaldo e interés para instruirnos en el desarrollo de la presente tesis.

A nuestro Co-Asesor MSc. Jorge Mariano Domínguez Castañeda, Docente Principal y Director de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la “Universidad Nacional del Santa”; por su apoyo constante e incondicional, por impartir sus valiosos conocimientos, por facilitarnos las instalaciones, equipos y todo lo que requerimos para el desarrollo de la presente tesis.

A nuestro gran amigo, Ing. Anderson Castañeda Anacleto, por sus conocimientos y ayudarnos en el proceso de realización de la presente tesis

Y, por último, a todos aquellos docentes y compañeros Melisa, Delia, André, Fernando, Lastena, Isabel, Srta. Rosa que colaboraron con sus conocimientos y sugerencias que fueron positivos para mejorar nuestra investigación y quienes contribuyeron con su granito de arena.

...Gracias Totales y los mejores deseos para ustedes...

Los autores.

INDICE GENERAL

	Pág.
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCION	16
I. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	18
1.1. Pitahaya (<i>Hylocereus trigonus</i>)	18
1.2. Yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	21
1.3. Fructooligosacáridos (FOS).....	23
1.4. Capacidad antioxidante.....	26
1.4.1. Métodos de evaluación de la actividad antioxidante	26
1.5. Bebida funcional.....	27
1.6. Compuestos fenólicos.....	28
1.7. Vitamina C.....	29
1.7.1. Propiedades físico químicas	30
1.8. Evaluación sensorial	31
1.8.1. Propiedades sensoriales	31
II. MATERIALES Y METODOS	35
2.1. Localización.....	35
2.2. Materia prima e insumos	35
2.3. Materiales y equipos.....	35
2.4. Reactivos y soluciones.....	35
2.5. Operacionalización de variables.....	36

2.6. Evaluación de las formulaciones y obtención de la bebida funcional.....	37
2.7. Métodos de análisis	38
2.7.1. Caracterización de la Materia Prima	38
2.7.2. Análisis en el jarabe de yacón	38
2.7.3. Evaluación Organoléptica.....	39
2.7.4. Caracterización del producto final.....	39
2.7.5. Análisis Microbiológicos.....	44
2.8. Procedimiento experimental	44
2.8.1. Análisis estadísticos de los datos.....	44
2.9. Diseño metodológico.....	45
2.9.1. Diseño de contrastación de hipótesis.....	45
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	46
3.1. Caracterización fisicoquímica del Yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	46
3.2. Caracterización fisicoquímica Pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>)	47
3.3. Formulación de la bebida	48
3.4. Caracterización sensorial de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) y jugo de pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>).....	49
3.5. Evaluación de atributos sensoriales: Color, Olor, Sabor y Apariencia	51
3.6. Características fisicoquímicas de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) y jugo de pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>).....	54
3.7. Caracterización de la Formulación óptima.....	66
3.7.2. Análisis Microbiológicos.....	67
IV. CONCLUSIONES.....	69
V. RECOMENDACIONES	71
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS.....	83

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición nutricional en 100 g de pulpa de Pitahaya.....	19
Tabla 2. Características morfológicas de diferentes variedades de Pitahaya	20
Tabla 3. Composición nutricional del yacón en base a 1Kg de parte comestible....	22
Tabla 4. Operacionalización de las variables	36
Tabla 5. ANOVA con un nivel de significancia ($\alpha=5\%$)	44
Tabla 6. Diagrama del diseño factorial de 3x3	45
Tabla 7. Características fisicoquímicas del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	46
Tabla 8. Características fisicoquímicas de la pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>).....	47
Tabla 9. Descripción de las 9 formulaciones.....	48
Tabla 10. Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial del color de la bebida en estudio	49
Tabla 11. Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial del olor de la bebida en estudio	49
Tabla 12. Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial del sabor de la bebida en estudio	50
Tabla 13. Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial de apariencia de la bebida en estudio	50
Tabla 14. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para el color	51
Tabla 15. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para el olor	52
Tabla 16. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para el Sabor	52
Tabla 17. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para la Apariencia.....	53
Tabla 18. Resultados de Vitamina C (mg/100mL) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) y jugo de pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>)	55

Tabla 19. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para la Vitamina C	55
Tabla 20. Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey	56
Tabla 21. Resultados de Polifenoles totales (mg EAG/L) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) y jugo de pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>).....	57
Tabla 22. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para los Polifenoles Totales..	57
Tabla 23. Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey	58
Tabla 24. Resultados de Capacidad antioxidante (μg Trolox/100mL) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) y jugo de pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>).....	59
Tabla 25. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para Capacidad Antioxidante	59
Tabla 26. Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey	60
Tabla 27. Resultados de FOS (mg FOS/100mL) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) y jugo de pitahaya (<i>Hylocereus ocamponis</i>)	61
Tabla 28. ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para FOS	61
Tabla 29. Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey	62
Tabla 30. Resumen de resultados de la composición nutricional.....	63
Tabla 31. Características fisicoquímicas de la formulación óptima.....	66
Tabla 32. Análisis Microbiológico en la formulación óptima.....	67
Tabla 33. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°01	89
Tabla 34. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°02	89
Tabla 35. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°03	90
Tabla 36. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°04.....	90
Tabla 37. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°05	91
Tabla 38. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°06.....	91

Tabla 39. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°07	92
Tabla 40. Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°08	92
Tabla 41. Análisis pH en las 9 formulaciones	96
Tabla 42. Análisis de sólidos solubles (°Bx) en las 9 formulaciones	97
Tabla 43. Análisis de acidez (% Ac. Cítrico) en las 9 formulaciones	98

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura química de 1-kestosa.	25
Figura 2. Estructura química de Nistosa.....	25
Figura 3. Hoja de calificaciones para una categorización cualitativa.	33
Figura 4. Hoja de calificaciones para una categorización cuantitativa relativa.	34
Figura 5. Hoja de calificaciones para una categorización cuantitativa absoluta.	34
Figura 6. Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional.....	37
Figura 7. Puntajes de encuesta.....	39
Figura 8. Medias del color.....	51
Figura 9. Medias del olor.....	52
Figura 10. Medias del sabor..	53
Figura 11. Medias de la apariencia.....	54
Figura 12. Comparativo de medias de Vitamina C (mg/100mL), para cada formulación.....	56
Figura 13. Comparativo de medias de Polifenoles Totales (mg EAG/L), para cada formulación.....	58
Figura 14. Comparativo de medias de la Capacidad antioxidante (µg Trolox/100mL), para cada formulación..	60
Figura 15. Comparativo de medias de los FOS (mg FOS/100mL), para cada formulación.....	62

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Descripción Teórica del Panel Sensorial.....	83
ANEXO II. Formatos para la caracterización sensorial de la bebida en estudio mediante categorización cuantitativa relativa.	85
ANEXO III. Resultados de la evaluación sensorial de los Jueces.	89
ANEXO IV. Curva de calibración de Capacidad Antioxidante.	93
ANEXO V. Curva de calibración de Vitamina C.	94
ANEXO VI. Curva de calibración de Polifenoles Totales.	95
ANEXO VII. Determinación de pH de la bebida funcional.....	96
ANEXO VIII. Determinación de sólidos solubles (°Bx) de la bebida funcional.....	97
ANEXO IX. Determinación de acidez (% ac. Cítrico) de la bebida funcional.	98
ANEXO X. Imágenes.....	99

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue formular y obtener la bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*); siendo el propósito de ofrecer un producto con propiedades funcionales. Para ello primero se caracteriza la materia prima (pitahaya y yacón), para luego proceder con la formulación de la bebida, considerando las dos variables independientes que son la concentración de jarabe de yacón (30, 40 y 50°Bx) y dilución de la pitahaya pulpa: agua (1:2,5; 1:3,0; 1:3,5) y las variables dependientes: sabor, aroma, color, textura (características sensoriales), pH, acidez, sólidos solubles, vitamina C, fructooligosacáridos (FOS), polifenoles totales, capacidad antioxidante (características fisicoquímicas). La obtención de la formulación óptima, se realizó mediante evaluación sensorial y evaluación fisicoquímica de cada uno de las formulaciones, utilizando el modelo estadístico diseño factorial para su respectiva interpretación; obteniéndose que la concentración de jarabe de yacón y dilución de la pitahaya, no tienen un efecto significativo con respecto a las características sensoriales ($p>0.05$). De este modo la elección de la formulación óptima, se define según la composición nutricional (vitamina C, capacidad antioxidante, polifenoles y fructooligosacáridos), el cual le brindará un mayor beneficio al consumidor; quedando seleccionado la formulación de 1:2,5 y 50°Bx (dilución de la pitahaya y concentración de jarabe de yacón). Finalmente se realizó la caracterización de la formulación óptima, obteniendo los siguientes resultados: acidez de $0,4011\pm0,0121\%$ (ácido cítrico), pH de $4,18\pm0,01$, sólidos solubles $13,33\pm0,24^{\circ}\text{Bx}$, vitamina C de $0,5890\pm0,0229\text{mg}/100\text{mL}$, polifenoles totales de $980,1565\pm1,7790\text{mg}$ Equivalentes de ácido gálico/L, capacidad antioxidante de $560,9260\pm1,2912\mu\text{g Trolox}/100\text{mL}$ y FOS de $0,2964\pm0,0028\text{mg}/100\text{mL}$. En los análisis microbiológicos, se reportó ausencia de mohos y levaduras, $<1,1\text{ufc}/\text{mL}$ de coliformes totales y $20\text{ufc}/\text{mL}$ de aerobios mesófilos, estando conforme a los parámetros establecidos en la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. (MINSA, 2008)

Palabras Clave: Bebida funcional; pitahaya; yacón; fructooligosacáridos; polifenoles totales; capacidad antioxidante; análisis microbiológicos.

ABSTRACT

The objective of this study was to formulate and obtain the functional beverage based on yacon syrup (*Smallanthus sonchifolius*) and pitahaya juice (*Hylocereus ocamponis*); being the purpose of offering a product with functional properties. For this, the raw material (pitahaya and yacon) is characterized first, and then proceed with the formulation of the drink, considering two independent variables that are the concentration of yacon syrup (30, 40 y 50°Bx) and dilution of the pythaya pulp: water (1:2.5, 1:3.0, 1:3.5); and the dependent variables: flavor, aroma, color, texture (sensory characteristics), pH, acidities, soluble solids, vitamin C, fructooligosaccharides (FOS), total polyphenols, antioxiide capacity (physicochemical characteristics). Obtaining the optimal formulation, was carried out through sensory evaluation and physicochemical evaluation of each of the formulations, using the statistical model factorial design for it's respective interpretation; obtaining that the concentration of yacon syrup and the dilution of the pitahaya, do not have a significant effect with respect to the sensory characteristics ($p > 0.05$) In this way the choice of optimal formulation is defined according to the nutritional composition (vitamin C, antioxidant capacity, polyphenols and fructooligosaccharides), which will provide a greater benefit to the consumer; being selected the formulation of 1: 2.5 and 50 ° Bx (pitahaya dilution and yacon syrup concentration). Finally, the characterization of the optimal formulation was carried out, obtaining the following results: acidity of $0.4011 \pm 0.0121\%$ (citric acid), pH of 4.18 ± 0.01 , soluble solids $13.33 \pm 0.24^\circ\text{Bx}$, vitamin C 0.5890 ± 0.0229 mg/100ml, total polyphenols 980.1565 ± 1.7790 mg gallic acid equivalents/L, antioxidant capacity 560.9260 ± 1.2912 μg Trolox/100ml and FOS 0.2964 ± 0.0028 mg/100ml. In microbiological analyzes, the absence of molds and yeasts, < 1.1 cfu/mL total coliforms and 20 cfu/mL mesophilic aerobes were reported, being in accordance with the parameters established in the Sanitary Norm which establishes microbiological criteria of sanitary quality and safety for food and beverages for human consumption. (MINSA, 2008)

Keywords: Functional beverage; pitahaya; yacon; fructooligosaccharides; total polyphenols; antioxidant capacity; microbiologic analysis.

INTRODUCCION

En los últimos tiempos, se ha reconocido cada vez más el papel importante de los alimentos y bebidas en la prevención y el tratamiento de enfermedades. Así, la producción y consumo de alimentos funcionales ha ganado hoy en día mucha importancia ya que brindan un beneficio para la salud más allá de las funciones nutricionales básicas. En la actualidad, las bebidas son, con mucho, la categoría de alimentos funcionales más activa debido a la conveniencia y la posibilidad de satisfacer las demandas de los consumidores en cuanto al contenido, tamaño, forma y apariencia de los envases, así como a la facilidad de distribución y almacenamiento de productos refrigerados y estables. Además, son un excelente medio de suministro de nutrientes y compuestos bioactivos que incluyen vitaminas, minerales, antioxidantes, ácidos grasos ω -3, extractos de plantas y fibra, prebióticos y probióticos (Corbo *et al.*, 2014).

Fernández (2018) en su tesis “Formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris l.* y *Equisetum arvense l.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales”. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. Determinó los parámetros tecnológicos óptimos para la elaboración de la bebida funcional donde los extractos fueron obtenidos en concentraciones de (*Equisetum arvense L*: agua) 1:6 a 100°C por 15 minutos, (*Beta vulgaris L*: agua) 1:2 a 80°C por 25 minutos. Formulación óptima de la bebida fue de 25% de extracto *Equisetum arvense L*. "cola de caballo", 25% extracto de *Beta vulgaris L*. y 50% de agua tratada, 0.07% de stevia en polvo y 0.1% de ácido ascórbico, se pasteurizó a 80°C por 10 minutos, se envasó en botellas de 500 mL y se almacenó entre 15 a 20 días a temperatura ambiente. Los parámetros fisicoquímicos en promedio de la bebida funcional de *Beta vulgaris L* y *Equisetum arvense L*, Sólidos Solubles: $1.02 \pm 0.06^\circ\text{Brix}$, pH: 4.58 ± 0.01 , Acidez:

0.031±0.02 % ácido cítrico anhidro. Se obtuvo valores promedio de los polifenoles totales: 304.80 ±0.41 mg ácido gálico /100 g y una capacidad antioxidante: 2406.20 ±62.35 umol Trolox /100 g.

La pitahaya es una fruta excelente que puede ser utilizado como complemento a la ración diaria, ya que cuenta con una fuente interesante de varios componentes funcionales, entre los que se pueden destacar, la fibra:0.30g/100g, carbohidratos: 9.20g/100g, proteínas: 0.50g/100g, fósforo: 19.00mg/100g y algunas vitaminas como la vitamina C: 25mg/100g, además de contar con un índice glucémico bajo y por sus propiedades antioxidantes (Saénz, 2004). La pitaya roja o fruta del dragón rojo (*Hylocereus monacanthus*) ha llamado la atención por su color rojo púrpura, y por tener actividad antioxidante asociada a su contenido de polifenoles y betacianinas (Wu et al., 2006).

Asimismo, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo andino de sabor dulce, perteneciente a la familia botánica de las Asteraceae, que contiene compuestos bioactivos, como los fructooligosacáridos (FOS) que se encuentran del 50% y 70% del fruto, por lo que se considera una fuente de prebióticos con efecto favorable en la salud del consumidor y considerado un alimento funcional por su contenido de fructooligosacáridos (Simanca-Sotelo et al., 2020).

El presente proyecto de investigación está orientado a la formulación, obtención y evaluación de una bebida funcional a base de jugo de pitahaya de la variedad roja, (*Hylocereus ocamponis*), y la adición de jarabe de yacón, (*Smallanthus sonchifolius*), a fin de promover e incentivar una alimentación saludable orientada a una prevención de enfermedades como es la diabetes.

Para el presente proyecto se evaluó fisicoquímicamente la materia prima, se formuló 9 formulaciones con diferentes concentraciones de jarabe de yacón y niveles de dilución del jugo de pitahaya roja, y se evaluaron las características fisicoquímicas y características

sensoriales, todo en base al análisis estadístico, se cuantificó el contenido de vitamina C, polifenoles totales, capacidad antioxidante y los fructooligosacáridos presentes en cada formulación para declarar la naturaleza funcional, finalmente se realizó la caracterización fisicoquímica de la formulación óptima y también el análisis microbiológico de la formulación óptima.

I. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. Pitahaya variedad (*Hylocereus trigonus*.)

La fruta del dragón, también conocida como pitaya o pitahaya, pertenece a la familia Cactaceae y es predominante en dos géneros separados, *Hylocereus* y *Selenicereus*. La combinación más común de variedades cultivadas comercialmente son del género *Hylocereus* que cubre alrededor de 16 diferentes especies. También se le llama pera fresa, thangloy (vietnamita), pitayaroja (español), y la pitahaya rouge (francés). Los frutos se cultivan en cactus trepadores de 6 metros de largo, tallo y las zonas con menos precipitaciones anuales son más aptas para el cultivo (Jalgaonkar *et al.*, 2020).

Las especies se encuentran principalmente en Mesoamérica en los paisajes variados que comprenden desde pocos metros hasta 1700 m sobre el nivel del mar y 500 a 2000 mm de lluvia. El cultivo es prominente en aproximadamente 20 países, incluidos Tailandia, Indonesia, Taiwán, Vietnam, Srilanka, Bangladesh, Japón, Malasia, Filipinas, Australia, Estados Unidos y China. India es un importador de fruta del dragón, sin embargo, el área de cultivo está aumentando hoy en día (Jalgaonkar *et al.*, 2020).

1.1.1. Composición Química

Este fruto presenta un alto valor nutricional, destacando el contenido de ácido ascórbico que se encuentra entre 4-25 mg/100g según su especie, teniendo el mayor valor la especie roja. La Pitahaya de pulpa roja (*Hylocereus trigonus*) es un fruto con alta capacidad

antioxidante (160,84 mg de Trolox/100 mL de jugo), incluso superior al de otras cactáceas, como la tuna. Presenta compuestos bioactivos como las betalainas; que favorecen a los trastornos relacionados con el stress y posee efectos antiinflamatorio, además presenta betaninas y betacianinas; que son una fuente de colorante natural (Verona *et al.*, 2020).

La pitahaya posee un alto valor nutritivo (Ver Tabla 1). La pulpa sin semillas (55% es la parte comestible), contiene en 100 gramos de parte comestible la siguiente composición:

Tabla 1.

Composición nutricional en 100 g de pulpa de Pitahaya.

Factor nutricional	Contenido
Ácido ascórbico	25 mg
Agua	89,4 g
Carbohidratos	9,20 g
Grasa Total	0,10 g
Fibra	0,30 g
Proteínas	0,50 g
Ceniza	0,40 g
Calcio	6,00 mg
Fósforo	19,00 mg
Riboflavina	0,03 mg
Niacina	0,02 mg

Nota: Recuperado de Medina & Mendoza (2011).

1.1.2. Variedades




Hay tres variedades que se cultivan comercialmente incluyen, *Hylocereus undatus* (fruta del dragón blanco), *Hylocereus trigonus* (fruta del dragón rojo) y *Selenicereus megalanthus* (fruta del dragón amarillo) (Jalgaonkar *et al.*, 2020).

Las variedades más comunes de fruta del dragón en crecimiento se ilustran en la Tabla 2. Estos los frutos tienen una tasa de producción de etileno muy baja de 0,03–0,09 µl/kg/h. El

etileno la aplicación a la fruta no da como resultado el desarrollo del color. Tasa de respiración alcanza su pico (75-144 mg CO₂/kg/ha 20-23 ° C) durante las primeras etapas de la fruta crecimiento (Jalgaonkar *et al.*, 2020).

Tabla 2.

Características morfológicas de diferentes variedades de fruta del dragón.

Características	Fruta del dragón blanca (<i>Hylocereus undatus</i>)	Fruta del dragón roja (<i>Hylocereus ocamponis</i>)	Fruta del dragón amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)
Forma de fruta	Ovoide	Redonda	Ovoide
Color de pulpa	Blanco	Rojo-Violeta	Blanco
Color de piel	Rojo	Rojo	Amarillo
			

Nota: Recuperado de Chik *et al.* (2011, citado en Jalgaonkar *et al.*, 2020).

1.1.3. Propiedades

La pitahaya posee propiedades medicinales y nutricionales altamente beneficiosas para el organismo como fósforo, calcio, vitamina C y fibra, fortalece los huesos y dientes por lo que se sugiere su consumo en niños y jóvenes. Su alto contenido de vitamina C refuerza el sistema inmunológico, su capacidad antioxidante evita el envejecimiento prematuro y promueve la generación de colágeno, teniendo así una amplia gama de aplicaciones como aliviar problemas estomacales e intestinales, ayudar en la reducción de los niveles de presión arterial e incluso ha sido recomendada para la diabetes y para contrarrestar enfermedades como el cáncer (Zorrilla *et al.*, 2004).

Las propiedades físico-químicas más importantes corresponden al contenido en el jugo de azúcares reductores como la glucosa 30-55 g/L y fructosa 4-20 g/L, la acidez de la pulpa generalmente baja 2,4-3,4 g/L; los ácidos orgánicos principales presentes en el

zumos son ácido cítrico, ácido láctico que se presentan en rango de 0,3-1,5%. El principal aminoácido presente en el jugo de pitahaya es la Prolina 1,1-1,6 g/L (Huachi et al., 2015).

1.2. Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo andino de sabor dulce, perteneciente a la familia botánica de las *Asteraceae*, que contiene compuestos bioactivos, como los fructooligosacáridos (FOS's), por lo que se considera una fuente de prebióticos con efecto favorable en la salud del consumidor y con efectos beneficiosos probados sobre el intestino (Simanca-Sotelo *et al.*, 2020).

Las raíces del fruto pueden ser blancas, crema, blancas con estrías violáceas, moradas, rosadas o amarillas y su piel puede ser marrón, rosada, violeta, crema o blanco marfil. Puede consumirse crudo y en ensaladas, jugos, hojuelas deshidratadas, harinas, almíbares, entre otros; las hojas se utilizan en la medicina popular para el tratamiento de los trastornos hiperglucémicos de la diabetes mellitus (Simanca-Sotelo *et al.*, 2020).

El yacón se considera un producto prometedor que podría posicionarse en el mercado de alimentos funcionales, dado el valor nutricional de su composición, representado por su contenido de FOS, que puede llegar al 40-70% de la materia seca, y dentro de estos FOS es importante la inulina, que puede alcanzar el valor del 20%. Las propiedades nutricionales del yacón también lo convierten en una materia prima potencialmente importante para el mercado de productos dietéticos y personas con diabetes, como sustituto del azúcar, dando como resultado productos bajos en calorías con características sensoriales satisfactorias (Simanca-Sotelo *et al.*, 2020).

1.2.1. Composición Química

El yacón es una raíz reservante y comestible, con un alto contenido de agua. Diversos autores mencionan que entre 83% y 90% del peso fresco de las raíces es agua, por

consiguiente, los carbohidratos van a representar alrededor del 90% del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre el 50% y 70% son fructooligosacáridos (FOS). El resto de carbohidratos está conformado por la sacarosa, fructosa y glucosa (Lachman *et al.*, 2003).

Tabla 3.

Composición nutricional del yacón en base a 1Kg de parte comestible.

Variable	Promedio
Materia seca (g)	115
Carbohidratos totales (g)	106
Fructanos (g)	62
Glucosa libre (g)	3,4
Fructosa libre (g)	8,5
Sacarosa libre (g)	13
Proteína (g)	3,7
Fibra (g)	3,6
Lípidos (mg)	244
Calcio (mg)	87
Fósforo (mg)	240
Potasio (mg)	2282

Nota: Adaptado de Seminario *et al.* (2003, citado en Manrique *et al.*, 2005).

En la investigación de Campos *et al.* (2012), evaluaron 35 muestras de yacón, en los cuales nos detallan que encontraron un contenido de 7.5 a 19.1% de materia seca, de 19.7 a 75.9% de azúcares reductores, de 2 a 16,8% de sacarosa, y el contenido de FOS vario entre 6.4 a 65% en base seca (bs). Otro estudio realizado por Castro *et al.* (2013), reporta que las raíces frescas de yacón, contienen alrededor de 8% de materia seca, 7,6 °Brix, y un valor de pH de 6-6,5. El contenido de FOS es de 24-35 g/100 g de yacón en bs, y la cantidad de fructosa libre reportada fue de 16-23 g/100 g yacón en bs; del mismo modo, contienen 10,4 g de fibra dietética total por 100 g de yacón en bs, de los cuales 8,7 g van a pertenecer a la fracción insoluble y 1,7 g a la fracción soluble.

1.2.2. Propiedades

En la medicina popular, las raíces tuberosas de yacón y las infusiones de hojas secas es consumida por personas que padecen diabetes o diversos trastornos digestivos o renales. Sus raíces tuberosas se consumen frescas o cocidas y se ha considerado un alimento funcional debido a la gran cantidad de fructanos (es decir, inulina y fructooligosacáridos). Los fructanos son carbohidratos de reserva que contienen hasta 70 unidades de fructosa unidas o no a una molécula terminal de sacarosa, pudiendo tener estructura lineal o ramificada unida por enlaces frutósil-fructosa (De Moura *et al.*, 2012).

1.3. Fructooligosacáridos (FOS)

Los fructooligosacáridos (FOS) son importantes componentes de la raíz tuberosa del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con efectos nutricionales y prebióticos beneficiosos para la salud humana. Es por ello que se exploran variedades autóctonas originalmente cultivadas en los Andes con el objetivo de obtener nuevas con alto contenido de FOS (E. C. Fernández *et al.*, 2013).

Así también, debido a que el consumo de FOS no va a elevar el nivel de glucosa en la sangre este puede ser una opción para incluirlo en la dieta de personas diabéticas. Industrialmente los FOS se obtienen a partir de la hidrólisis de la inulina, un polisacárido que está presente en grandes cantidades en las raíces de la achicoria, o también se puede obtener por procesos sintéticos, a partir de la sacarosa, la cual es sometida a transfructosilación con β - fructofuranosidasa; siendo por ello como una alternativa la obtención de FOS a partir de las raíces de yacón, en las cuales están siempre presentes en la forma natural y en cantidades muy apreciables (Inga *et al.*, 2015).

Los fructooligosacáridos son cadenas cortas de fructuosas, muy solubles en agua, tienen un ligero sabor dulce (su poder edulcorante es entre el 30 y 65% de la sacarosa) (Torres, 2004; Chávez, 2007).

Los FOS y la inulina, no tienen una composición química definida, ya que ambos son en realidad, una combinación de fructanos de diferente tamaño. Debido a que las moléculas de fructosa se van a unir exclusivamente por enlaces β (2 \rightarrow 1), estos fructanos van adquirir una conformación espacial similar a cadenas lineales (Niness, 1999).

La gran diferencia entre los FOS y la inulina, radicar en el número de moléculas de fructosa que presentan sus cadenas; en la inulina el número va a variar entre 2 y 60, mientras que, en los FOS sus cadenas son más pequeñas, donde el número va a variar entre 2 y 10 (Niness, 1999).

Los FOS son totalmente solubles en agua, son muy estables a temperaturas bajas y estables en un rango de pH de 4,0 – 7,0. Estas propiedades hacen que los oligosacáridos puedan usarse para ocasionar alteración a la temperatura de congelación de los alimentos y controlar la intensidad de caramelización debido a reacciones de Maillard (Chacón, 2006; Mussatto & Mancilha, 2007).

Los FOS se encuentran en menores cantidades en las plantas. En el yacón, en cambio, no existe la inulina y el azúcar que predomina son los FOS. El yacón es tal vez la planta con un mayor contenido de FOS (Manrique *et al.*, 2004).

Los FOS que más se encuentran en la naturaleza son: 1-kestosa (GF2), nistosa (GF3) y 1- β -Fructofuranosil nistosa (GF4) (Lachman *et al.*, 2003).

1-Kestose: Es un trisacárido (GF₂) que va a consistir en una molécula de glucosa y dos moléculas de fructosa, unidas mediante los enlaces glicosídicos (Rivero-Urgell & Santamaria-Orleans, 2001).

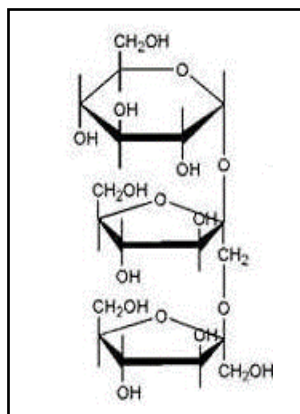


Figura 1. Estructura química de 1-kestosa. Recuperado de Fessner & Anthonsen (2009).

Nystose: Es un tetrasacárido (GF₃) que va a consistir en una molécula de glucosa y tres moléculas de fructosa, unidas mediante los enlaces glicosídicos (Rivero-Urgell & Santamaria-Orleans, 2001).

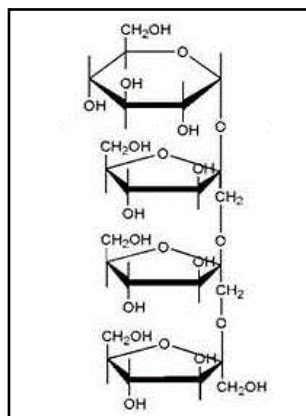


Figura 2. Estructura química de Nistosa. Recuperado de Fessner & Anthonsen (2009).

Como es común en todo fructano, los FOS no pueden ser metabolizados directamente por el tracto digestivo humano, debido a que carece de las enzimas necesarias para la degradación los enlaces glicosídicos β (2 \rightarrow 1) que mantienen unidas las moléculas de fructosa. De esta manera, cuando una persona va a ingerir los FOS, éstos se desplazan en por el tracto digestivo sin producirse algún cambio; ya cuando los FOS van a alcanzar la

última porción del intestino grueso (el colon), son fermentados por un grupo especializado de bacterias que conforman parte de la microflora intestinal. Estas bacterias son conocidas como probióticos, y son asociadas con una serie de efectos que van a ser beneficiosos para la salud humana (Coussement, 1999).

La fermentación de los FOS produce ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta (butirato, propionato y acetato principalmente), esto produce que el pH del colon baje, e impide así la proliferación de las bacterias putrefactivas y nocivas del colon. Los ácidos grasos de cadena corta producidos en la fermentación de los FOS, han sido relacionados con muchas de las propiedades asignadas a los fructanos, en especial la de mejorar la asimilación de calcio y el metabolismo de lípidos.

1.4. Capacidad antioxidante

Los antioxidantes son compuestos que son capaces de prevenir e inclusive contrarrestar los daños causado por el efecto normal de la oxidación fisiológica.

La determinación de la actividad antioxidante de los alimentos es importante para predecir el potencial antioxidante in vitro de los mismos antes de ser ingeridos; del mismo modo, nos permite determinar u obtener la protección frente a la oxidación y el deterioro del alimento, que va a disminuir su calidad y valor nutricional (Sánchez-Moreno, 2002).

1.4.1. Métodos de evaluación de la actividad antioxidante

Hoy en día, contamos con diversos métodos para determinar la actividad antioxidante, estos métodos se basan mayormente, en su capacidad para captar radicales libres. Entre ellos se pueden mencionar el uso del 2,2-difenil -1-picril hidrazilo (DPPH), ácido 2,2', azinobis (3-etilbenzotiazolin)-6- sulfónico (ABTS), la reacción con el óxido nitroso, dicloridrato de N, N-Dimetilp- fenilendiamina (DMPD), generación de radicales peróxilo, superóxido e hidroxilo, y otros.

El poder antioxidante del extracto de un fruto, se puede expresar en la función del porcentaje de DPPH, la reducción del reactivo es seguida midiendo la disminución de la absorbancia, para evitar esta situación se considera la capacidad antioxidante de una muestra expresada en CI50 (concentración mínima necesaria para inhibir al 50% el DPPH). Mientras menor sea el valor de IC50 mayor va a ser la capacidad antioxidante (Kuskoski *et al.*, 2005).

1.5. Bebida funcional

El sector de las bebidas no alcohólicas ha experimentado un enorme crecimiento de nuevos productos en los últimos tiempos. Muchas de las nuevas innovaciones incluyen versiones ligeras de jugos con menor contenido de calorías y carbohidratos y un aumento en la variedad de jugos que se utilizan. En las tendencias recientes, los consumidores buscan bebidas o bebidas que ayuden a mejorar su estado de salud debido a la creciente tasa de enfermedades y enfermedades, por lo que la mayoría de las bebidas no alcohólicas en el mercado tienen un valor adicional de beneficios para la salud (Derkyi *et al.*, 2018). El término "alimento funcional" se utilizó por primera vez en Japón, en la década de 1980, para los productos alimenticios enriquecidos con componentes especiales que poseen efectos fisiológicos ventajosos. Los compuestos bioactivos han recibido una atención cada vez mayor debido a su papel potencial en la prevención y el tratamiento de enfermedades humanas a través de una variedad de mecanismos, principalmente relacionados con la salud gastrointestinal y la prevención de enfermedades crónicas degenerativas. Debido a estos beneficios para la salud, existe una creciente demanda de frutas e ingredientes funcionales por parte de los consumidores. Entre los compuestos funcionales, varias investigaciones recientes se han centrado en los efectos fisiológicos resultantes del consumo humano de una amplia variedad de fibras dietéticas. Los alimentos funcionales tienen la potencia de mejorar las condiciones generales del cuerpo

(por ejemplo, prebióticos y probióticos), disminuir el riesgo de algunas enfermedades (por ejemplo, productos para reducir el colesterol) y también podrían utilizarse para curar algunas enfermedades. Se reconoció que existe una demanda de estos productos ya que diferentes estudios demográficos revelaron que el servicio médico de la población que envejece es bastante caro (Derkyi *et al.*, 2018).

Las frutas y verduras son fuentes de nutrientes importantes, como las vitaminas C y el ácido fólico, que es un tipo de vitamina B. También contienen minerales como potasio y magnesio, así como fibras alimentarias. Algunas frutas también contienen caroteno, que se convierte en vitaminas A en el cuerpo, o flavonoides, que funcionan como antioxidantes. Los antioxidantes son sustancias que se encargan de los radicales libres dentro del cuerpo. Los radicales libres son moléculas dañinas que pueden provocar infecciones, cáncer, etc. Durante el procesamiento de alimentos, el contenido de nutrientes cambia de diferentes maneras. Las vitaminas son sensibles a la temperatura, el tiempo, el oxígeno, la luz, el pH, etcétera. Los metales como el hierro o el cobre pueden actuar como catalizadores si se utilizan durante la preparación de alimentos. La más sensible de todas las vitaminas es la vitamina C; se destruye fácilmente durante el procesamiento y almacenamiento. Aparte de las condiciones mencionadas anteriormente, las vitaminas C también son inestables cuando se trata de enzimas y concentración de sal o azúcar. Sin embargo, es estable en condiciones ácidas, lo que, por ejemplo, la vitamina A no lo es. Cuando las frutas y verduras se procesan o, por ejemplo, se pelan, también se pueden perder minerales (Derkyi *et al.*, 2018).

1.6. Compuestos fenólicos

Los alimentos funcionales de origen vegetal representan una fuente potencial de componentes fitoquímicos bioactivos que poseen efectos farmacológicos terapéuticos. Estos componentes se encuentran abundantemente en muchas clases de plantas, frutas y

verduras. Entre los componentes fitoquímicos o sustancias bioactivas se encuentran los compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides, fitoesteroles, terpenos, lignanos, ácidos grasos esenciales, taninos, etc (Drago *et al.*, 2006).

Son moléculas que presentan uno o más anillos aromáticos y, al menos, un sustituyente hidroxilo. Junto con las vitaminas, los compuestos fenólicos se van a considerar importantes antioxidantes en la dieta. Estas propiedades antioxidantes son la razón de sus posibles implicaciones en la salud humana, como son la prevención del cáncer, enfermedades cardiovasculares o incluso de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Adicionalmente a la capacidad antioxidante de estos compuestos, se les van a atribuir propiedades antiinflamatorias, antialérgica, antitrombóticas, antimicrobianas y antineoplásicas (Badui, 2006).

Los compuestos fenólicos se clasifican en dos grandes grupos: flavonoides y no flavonoides. En el grupo de los flavonoides se encuentran los flavonoles, flavonas, flavan-3-ols, isoflavonas, flavanonas, dihidroflavonoles, antocianinas y chalconas.

Mientras que en el grupo de los no flavonoides están los ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos, polifenoles volátiles, estilbenos y compuestos diversos (lignanos y cumarinas) (Peñarrieta *et al.*, 2014).

1.7. Vitamina C

El ácido ascórbico se le llama a un ácido orgánico y un antioxidante, que es hidrosoluble, sensible al calor (Santarrosa, 2013).

Las propiedades del ácido ascórbico o vitamina C, que junto a las vitaminas B, pertenecen al grupo de hidrosolubles, son variadas y complejas, casi periódicamente sabemos sobre nuevas aplicaciones del ácido ascórbico, siendo un alimento funcional, porque más allá de nutrir van a tener efectos benéficos para la salud (Gebhardt & Thomas, 2002). Es considerada como el agente reductor más reactivo que puede ocurrir

en forma natural en el tejido viviente, también se considera como nutriente esencial para el ser humano, ya que éste no puede sintetizarlo por sí solo. El contenido de vitamina C en las frutas y verduras varía de acuerdo al estado de madurez, siendo menor cuando están verdes, aumenta la cantidad cuando está en su punto de maduración y luego vuelve a disminuir (Villanueva-Tiburcio *et al.*, 2010).

El farmacóforo de la vitamina C es el ion ascorbato. En organismos vivos, el ascorbato es un antioxidante, pues va a proteger al cuerpo contra la oxidación, y es un cofactor en varias reacciones enzimáticas vitales. Se ha afirmado que las personas que se alimentan de dietas ricas en ácido ascórbico de fuentes naturales, como frutas y vegetales son más saludables y tienen menor mortalidad y menor número de enfermedades crónicas. Sin embargo, un metaanálisis de 68 experimentos confiables en los que se utilizó la suplementación con vitamina C, y que involucra 232 606 personas, concluyeron que el consumo adicional de ascorbato a través de suplementos puede no resultar beneficioso como se pensaba en un inicio (Gebhardt & Thomas, 2002).

1.7.1. Propiedades físico químicas

El ácido ascórbico es una cetolactona de seis carbonos, relacionada estructuralmente con la glucosa y otras hexosas. Se va a oxidar en forma reversible en el organismo al ácido dehidroascorbico (Moret, 1997).

La vitamina C se presenta en forma de acristales blancos o débilmente amarillentos de sabor ácido. Es muy soluble en agua, sobre todo en la forma de sal sódica, moderadamente soluble en alcohol e insoluble en solventes orgánicos. Va a poseer un elevado poder reductor, es poco estable en medio alcalino. Es termolábil, se inactiva a 57°C) y resiste muy bien la congelación (Moret, 1997).

1.8. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una técnica de medición que tiene la capacidad de apreciar los sentidos para reaccionar ante los estímulos físicoquímicos que nos van a presentar los alimentos, permitiendo medir, analizar e interpretar las reacciones del ser humano al percibir sus características. Estos Estímulos son comparados en el cerebro con estímulos almacenados durante experiencias previas, y luego son transformados posteriormente en conceptos que permiten al ser humano avaluar y emitir un juicio acerca de la calidad sensorial de un producto (Medina, 2013).

1.8.1. Propiedades sensoriales

Color. El color es la cualidad de la sensación que se provoca en la retina de un observador por ondas luminosas. Donde resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que va a depender de las características de la luz (Medina, 2013).

Olor. Es la percepción, por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos; en la evaluación sensorial, es muy importante que no presente contaminación cruzada (Ancieta, 2016).

El olor es generalmente evaluado mediante la técnica del “Sniffing”, que va a resultar de la combinación del análisis sensorial olfativo con el análisis instrumental realizado con un cromatógrafo de gases (Ureña *et al.*, 1999).

Apariencia. El tamaño y la forma de las raciones de los alimentos, generalmente se detecta a través de la vista que comprende el color, el brillo, la forma, estado, tamaño dando una idea de textura, todo ello define el aspecto exterior que presentan los alimentos en general. La apreciación de la conjunción de todos estos atributos va a tener como resultado ser de relevante importancia en la aceptación del alimento para su consumo (Ureña *et al.*, 1999; Ancieta, 2016).

Sabor. El sabor puede ser definido como la totalidad de la experiencia sensorial que se produce en la boca, esta propiedad de los alimentos es compleja, ya que va a combinar las cuatro propiedades como son olor, aroma, gusto y textura por lo cual su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado (Ureña et al., 1999; Breslin & Spector, 2008).

1.8.2. Escalas de calificación

Las escalas de calificación permiten cambiar las categorías asignadas a las muestras por los jueces, como respuestas a la intensidad del estímulo percibido, a valores numéricos para su análisis estadístico correspondiente. Las escalas se van a clasificar, según la forma como se va a presentar para el análisis sensorial, en:

Escala adimensionadas, dimensionadas relativas y dimensionadas absolutas (Ureña et al., 1999).

Escala adimensionada. Las categorías están definidas por números que representan a nombres o posiciones, siendo estas últimas distribuidas sin el criterio cuantitativo proporcional y determinadas según la magnitud que le atribuye el juez al estímulo percibido a este pertenecen las llamadas nominales y de ordenamiento, así como también las llamadas no estructuradas (Watts *et al.*, 1992; Anzaldúa-Morales, 1994).

Escala dimensionada relativa. Las categorías van a estar definidas por números que representan posiciones distribuidas con un criterio proporcional definido. Este tipo de escalas pertenecen las de intervalo, así como las de categorías, lineales, gráficas, estructuradas y estándar. (Anzaldúa-Morales, 1994; Watts *et al.*, 1992)

Escala dimensionada absoluta. Las categorías están definidas por números que representan posiciones distribuidas con un criterio proporcional cuantitativo, existiendo un valor “cero” real que va a representar la no existencia del atributo sensorial analizado.

Es decir, que los intervalos entre posiciones tienen igual dimensión, permitiendo concluir que una posición es tantas veces la otra.

1.8.3. Análisis para categorizar muestras

Categorización cualitativa. Para este tipo de análisis se necesita presentar al jurado una escala adimensionada, la que hará uso para manifestar la mayor o menor intensidad de un determinado atributo sensorial presente en cada muestra a categorizar. Los jueces reciben muestras codificadas de forma simultánea, pudiendo alterarse la secuencia para cada juez. La hoja de calificaciones puede ser como la que se presenta en la figura 3 (Ureña *et al.*, 1999).

Nombre de juez:	Fecha:												
Muestra evaluada:	Prueba N°:												
<p>Clasifique las cuatro muestras según la escala que se presenta, escribiendo su código en el casillero correspondiente según la intensidad de acidez que perciba y sepárelas por coma si son más de dos las que ubique en un mismo casillero.</p>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Escala</th> <th style="width: 50%;">Clasificación de muestras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extremadamente ácido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muy ácido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ácido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Poco ácido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nada ácido</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Escala	Clasificación de muestras	Extremadamente ácido		Muy ácido		Ácido		Poco ácido		Nada ácido		
Escala	Clasificación de muestras												
Extremadamente ácido													
Muy ácido													
Ácido													
Poco ácido													
Nada ácido													
Comentario:													

Figura 3. Hoja de calificaciones para una categorización cualitativa. Recuperado de Ureña *et al.* (1999).

Categorización cuantitativa relativa. En este análisis, se requiere presentar al jurado una escala dimensionada relativa o una adimensionada normalizada. Los jueces reciben las muestras codificadas (todas a la vez o secuencialmente), para proceder a percibir y asignarles una puntuación coherente a la intensidad del estímulo.

La hoja de calificaciones puede ser como la que se presenta en la figura 4 (Ureña *et al.*, 1999).

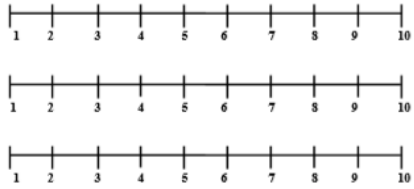
Nombre de juez:	Fecha:
Muestra evaluada:	Prueba N°:
<p>Clasifique las tres muestras utilizando las escalas que se presentan, dibujando el símbolo sobre la línea según la intensidad de dulzura que perciba.</p>	
<p>ESCALAS DE INTENSIDAD DE DULZURA</p>	
	
<p>Comentario:</p>	

Figura 4. Hoja de calificaciones para una categorización cuantitativa relativa. Recuperado de Ureña *et al.* (1999).

Categorización cuantitativa absoluta. En este tipo de análisis la escala utilizada es absoluta, con lo que el juez puede entonces categorizar las muestras considerando no solo la diferencia proporcional de intensidad sino también considerar un punto de partida como lo es el valor “cero”, que indicará la no existencia del atributo analizado y, a partir de ello, determinar en cuan intenso es un estímulo del otro con puntuaciones que reflejen razones o proporciones de intensidad sensorial posibles de correlacionar con las de una magnitud física. La hoja de calificaciones puede ser como la que se presenta a continuación en la figura 5 (Ureña *et al.*, 1999).

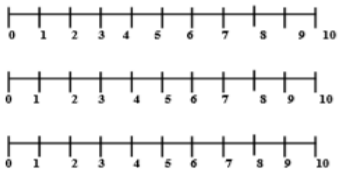
Nombre de juez:	Fecha:
Muestra evaluada:	Prueba N°:
<p>Clasifique las cuatro muestras según la escala que se presentan, dibujando el símbolo sobre la línea según la intensidad de dureza que perciba al primer mordisco con los incisivos.</p>	
<p>ESCALAS DE INTENSIDAD DE DUREZA</p>	
	
<p>Comentario:</p>	

Figura 5. Hoja de calificaciones para una categorización cuantitativa absoluta. Recuperado de Ureña *et al.* (1999).

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la planta Piloto de la Universidad Nacional de Santa.

Los análisis físicoquímicos y sensoriales se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de Santa.

2.2. Materia prima e insumos

- Yacón se obtuvo del distrito de Molinopampa – Chachapoyas – Amazonas.
- Pitahaya de pulpa roja se obtuvo de Churuja – Chachapoyas – Amazonas.
- Los insumos utilizados para la elaboración del producto fueron proporcionados por La Universidad Nacional de Santa – Chimbote.

2.3. Materiales y equipos

- | | |
|--|---|
| • Balanza analítica KERN (sensibilidad 0,0001). | • Pipetas volumétricas de 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10mL |
| • Cintas de pH | • Probetas de 10, 100 y 250 ml c/u. |
| • Matraz Erlenmeyer 25, 50, 100 y 250mL | • Picetas |
| • Refractómetro ATAGO PAL-3. | • Termómetros de -10°C a 250°C. |
| • Espectrofotómetro GENESYS 10 UV-visible (Laboratorio de Química Analítica y Fotometría). | • Placas Petri |
| • Buretas de 25 y 50 ml | • Fuentes metálica |
| • Fiolas de 50, 100, 250 y 500mL | • Embudo |
| | • Mallas metálicas |

2.4. Reactivos y soluciones

- | | |
|---|--|
| • Agua destilada | • Acetato de cinc dihidratado (Merck) |
| • Glucosa (Merck) | • Ácido clorhídrico comercial |
| • Hexacianoferrato (II) de potasio trihidratado (Merck) | • Hidróxido de sodio en lentejas (Merck) |

- Etanol 96% (volumen)
- Ácido 3,5-Dinitrosalicílico
- Sal de Rochelle: Tartrato de sodio y potasio tetrahidratado
- Reactivo de Folin-Ciocalteu.
- Standard: solución glucosa 1g/L
- GOD/POD: solución de glucosa oxidasa (1000 U/mL) y peroxidasa (120 U/mL)
- 4-AF: solución de 4-aminofenazona 25 mmol/L en Buffer Tris 0,92 mol/L
- Fenol: solución de fenol 55 mmol/L
- Ácido Cítrico G.A.
- Ácido Ascórbico G.A.
- Fenolftaleína al 1%
- 2,6 – Diclorofenolindofenol
- 2,2 – Difenil - 1 - picril – hidracilo (DPPH).
- Ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico (Trolox)

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 4.

Operacionalización de las variables.

Variable	Tipo de variable	Dimensiones	Indicadores
Concentración de jarabe de yacón	Independiente	30, 40 y 50	°Bx
Nivel de dilución del jugo de pitahaya	Independiente	1:2,5 1:3,0 1:3,5	°Bx pH
Características sensoriales	Dependiente	Sabor Olor Color Apariencia pH Acidez	Escala (1 – 9) - %
Características físicoquímicas	Dependiente	Sólidos Solubles Vitamina C Fructooligosacáridos Polifenoles Totales Capacidad Antioxidante	°Bx mg/100mL mg/100mL mg de ácido gálico/L muestra µg de Trolox/100 mL muestra

Nota: Elaboración propia (2020).

2.6. Evaluación de las formulaciones y obtención de la bebida funcional

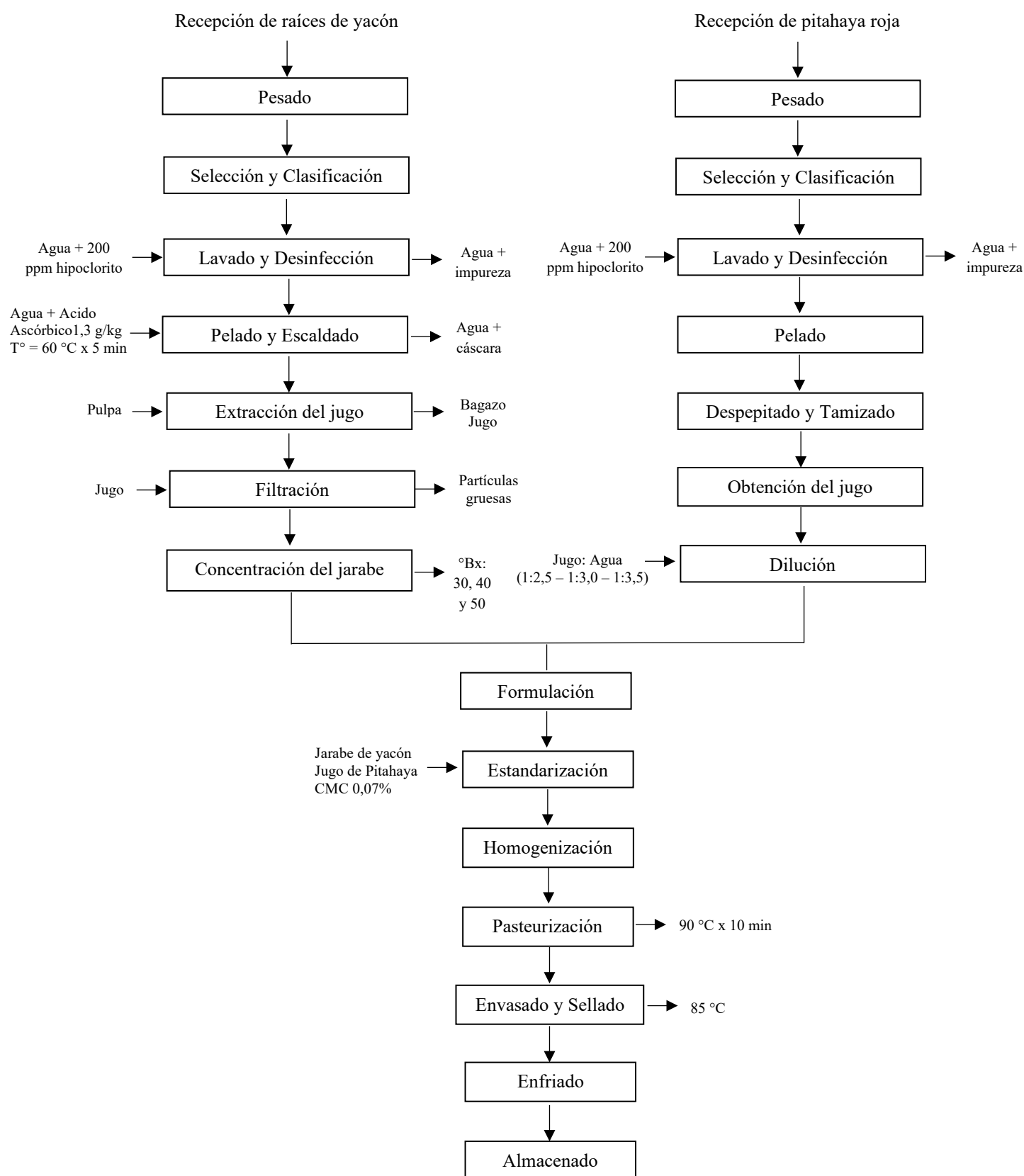


Figura 6. Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional. Elaboración propia (2020).

2.7. Métodos de análisis

2.7.1. Caracterización de la Materia Prima

a) Determinación de pH

Mediante el método AOAC (1993) 981.12 – ISO 11289:1993 – Potenciometría, la cual es un método con la que se puede determinar la concentración de los iones hidrógeno, para conocer si la solución es ácida o básica en los extractos de pitahaya y yacón.

Se utilizó el electrodo con calibración en solución buffer de 4,01; 7,0 y 10,01 a 25°C.

b) Determinación de Acidez

Mediante el método AOAC (2012) 942.15 – Titulometría, es un análisis cuantitativo, con el cual se determina la acidez total que predomina en las futas como en la pitahaya y el yacón.

c) Determinación de Sólidos solubles (°Bx)

Mediante el método AOAC (1978) 932.12 – ISO 2173:1978 – Refractometría, se utiliza el refractómetro portátil, observando la lectura directa de los grados Brix contenidos en el extracto de pitahaya y yacón.

2.7.2. Análisis en el jarabe de yacón

a) Determinación de Sólidos solubles (°Bx)

Mediante el método AOAC (1978) 932.12 – ISO 2173:1978 – Refractometría.

b) Determinación de pH

Mediante el método AOAC (1993) 981.12 – ISO 11289:1993 – Potenciometría.

2.7.3. Evaluación Organoléptica

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Color y Textura, mediante una prueba sensorial de categorización cuantitativa relativa y aceptabilidad pareada como lo indica Ureña *et al.* (1999).

Los que serán evaluados por 8 jueces semi entrenados

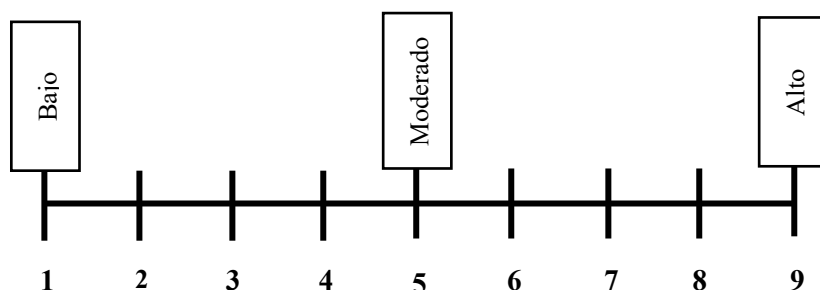


Figura 7. Puntajes de encuesta. Elaboración propia (2020).

2.7.4. Caracterización del producto final

a) Determinación de pH.

Mediante el método AOAC (1993) 981.12 – ISO 11289:1993 – Potenciometría.

b) Determinación de Acidez.

Mediante el método AOAC (2012) 942.15 (2012) – Titulometría.

c) Determinación de Sólidos solubles (°Bx).

Mediante el método AOAC (1978) 932.12 – ISO 2173:1978 – Refractometría.

d) Determinación de Vitamina C.

Mediante el método del 2,6 - diclorofenolindofenol por espectrofotometría UV-visible.

El método se basa en que el colorante 2,6 – diclorofenolindofenol, se reduce por el efecto del ácido ascórbico en solución. Las lecturas se hicieron a 520nm.

e) Determinación de Polifenoles totales.

Mediante el método de Folin-Ciocalteau (Palomino *et al.*, 2009).

f) Determinación de Capacidad Antioxidante.

Mediante el método descrito por Quezada & Yenque (2019), el cual se describe a continuación:

Preparación de los reactivos

Solución de DPPH (40 ppm): Se pesó 0,02 g de DPPH colocando el contenido en una fiola ámbar de 500 mL y se agregó 250 mL de metanol HPLC, se traspasó el contenido en un vaso de precipitado recubierto en papel aluminio y se colocó en un agitador por un tiempo de 20 minutos, después de dicho tiempo se añadió 250 mL de agua destilada y se agitó nuevamente por un tiempo de 20 minutos. Después se vertió el contenido en la fiola ámbar de 500 mL aforando con metanol. Se agitó por tercera por un tiempo de 10 minutos. Se protegió la solución DPPH de la luz en cada etapa de la preparación (Quezada & Yenque, 2019).

Estándar de trolox (50 mg/10mL): Se pesó 0,005 g de Trolox, se transfirió el reactivo a una fiola ámbar de 10 mL y se adicionó 5 mL de metanol HPLC, se agitó durante 5 minutos, luego se añadieron 5 mL de agua destilada y se agito por 5 minutos más, para finalmente aforar con metanol HPLC (Quezada & Yenque, 2019).

Determinación de la curva patrón

Se tomaron alícuotas de 0,1; 0,2; 0,3 y 0,4 mL del estándar de trolox (50 mg/100mL) y se verte en tubos de vidrio color ámbar (cada punto por triplicado).

Se adiciono 6,25 mL de solución de DPPH

Se llevó a incubación en baño maría con agitación a 37 °C por 2 horas.

Se realizó la lectura a 517 nm previamente utilizando el blanco de agua destilada (Quezada & Yenque, 2019).

Determinación de Capacidad Antioxidante

La capacidad antioxidante se determinó utilizando el radical libre estable 2,2 – Difenil – 1 - picril - hidracilo (DPPH), el cual es un electrón desaparejo de color azul-violeta en estado normal, pero cambia a un color amarillos frente a un antioxidante. En un tubo de ensayo oscuro se agregó 50 μ l de muestra, luego se adicionó 6,25 mL de la solución del radical DPPH, se agitó y se dejó reposar por 2 horas a 37°C, para luego realizar la lectura de las absorbancias a 517 nm. en el espectrofotómetro, apreciando una variación en la coloración de azul-violeta a amarillo (Quezada & Yenque, 2019).

Las absorbancias que arrojó el espectrofotómetro se introdujeron en la curva de calibrado, donde el estándar utilizado fue el reactivo TROLOX. El contenido de capacidad antioxidante se determinó multiplicando por el factor de dilución las concentraciones obtenidas en el espectrofotómetro a una longitud de 517 nm. y se expresaron como μ g Trolox/100mL de muestra (Quezada & Yenque, 2019).

g) Fructooligosacáridos (FOS), según el protocolo presentado en la publicación de Vargas (2009), el cual se describe a continuación:

- Se prepara las muestras a partir del producto a analizar.
- El total de glucosa y fructosa que se hallaban en estado libre, se cuantifican como azúcares reductores directos (ARD) utilizando el método de Miller (1959).
- Posteriormente la glucosa se determina por el método de Trinder (1969), obteniendo la glucosa se logra determina indirectamente por diferencia entre ARD y glucosa, el contenido de fructosa, todo esto asumiendo que estos ARD en las muestras están constituidos por glucosa y fructosa.

- $ARD_L = G_L + F_L$

- $F_L = ARD_L - G_L$

Donde el subíndice (L) indica las especies en estado “libre”

- Así después se hidrolizan las muestras para cuantificarlos como azúcares reductores y estimar también la cantidad de glucosa y fructosa que los componen; a partir de estos datos, se determina el grado promedio de polimerización (GPP) y el peso molecular promedio (PMP) de estos compuestos. La hidrólisis de los FOS se llevará a cabo con ácido clorhídrico 0,0363 M.

Para determinar el contenido de FOS en las muestras, así como la cantidad de glucosa y fructosa que integran dichos polímeros, se aplicaron las siguientes consideraciones: (Martínez, 1999; citado en Vargas, 2009)

- $ARD_H = F_H + G_H$
- $ARD_H = ARD_L + ARD_{FOS}$
- $ARD_{FOS} = ARD_H - ARD_L$
- $G_H = G_L + G_{FOS}$
- $F_H = ARD_H - G_H$
- $G_{FOS} = G_H - G_L$
- $F_{FOS} = F_H - F_L$

Donde:

- ARD_{FOS} = Azúcares reductores directos correspondientes a los FOS de la muestra.
- ARD_L = Azúcares reductores directos o libres contenidos en la muestra.
- ARD_H = Azúcares reductores directos presentes en la muestra después de la hidrólisis ácida.
- G_{FOS} Y F_{FOS} = Contenido de glucosa y fructosa que componen los FOS.
- G_L Y F_L = Contenido de glucosa y fructosa presentes inicialmente en estado libre.
- G_H Y F_H = Contenido de glucosa y fructosa en la muestra, después de su hidrólisis ácida.
- **Determinación de Glucosa:** Se determinará por el método de Trinder (1969), en el que la glucosa es transformada a una quinona de coloración rosa.

- **Determinación de Azúcares Reductores:** Se realizará por el método del DNS de Miller (1959), el cual se basa en que el ácido 3,5 dinitrosalicílico en medio alcalino reacciona con el grupo reductor de la glucosa, obteniendo un compuesto de color marrón.

Así también, para cuantificar dichos azúcares se preparará una solución standard con una concentración conocida de analito, realizándose diversas disoluciones de la misma, para poder obtener una relación y expresarla matemáticamente con la ayuda de la ecuación de la recta, $Y = mX + b$. En este caso, m es la pendiente de dicha recta, b la ordenada al origen, “ X ” es la concentración de analito y “ Y ” la absorbancia observada por cada concentración.

- **Grado de Polimerización Promedio de los FOS:** Asumiendo que los FOS son polímeros de fructosa que sólo contienen una molécula de glucosa en el extremo terminal de la molécula y después de la hidrólisis ácida de la muestra, el grado de polimerización promedio de los FOS (GPP_{FOS}) se obtendrá aplicando el siguiente razonamiento (Livingston III, 1990; citado en Vargas, 2009).

$$\bullet \quad GPP_{FOS} = (F_{FOS} + G_{FOS}) / G_{FOS}$$

- **Peso molecular promedio de los FOS:** Una vez determinado el GPP de los FOS y sabiendo el peso molecular de cada uno de los residuos de glucosa o fructosa que componen el polímero es de 162. El peso molecular promedio (PMP_{FOS}) de estos polímeros se determinará mediante la siguiente expresión (Livingston III, 1990; citado en Vargas, 2009).

$$\bullet \quad PMP_{FOS} = GPP_{FOS} \times 162$$

2.7.5. Análisis Microbiológicos

Se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Pedro Ruz Gallo – Lambayeque.

2.8. Procedimiento experimental

2.8.1. Análisis estadísticos de los datos

Los datos hallados serán evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0,05% y prueba de Tukey, para determinar si existe diferencia entre las formulaciones. Esto se realizará creando una base de datos mediante el Software Excel, para luego ser procesada y analizada, mediante el paquete estadístico IBM Statistics. La aceptabilidad se determinará con una prueba de medición del grado de satisfacción mediante una escala hedónica de siete categorías, empleando para esta prueba 8 jueces semi-entrenados.

Tabla 5.
ANOVA con un nivel de significancia ($\alpha=5\%$).

Fuente de variación (F.V)	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F
Formulaciones	SST	k-1	$SST/(k-1) = MST$	MST/ MSE
Error	SSE	n-k	$SSE/(n-k) = MSE$	
Total	SS Total	n-1		

Nota: Elaboración propia (2020).

Donde:

SST = Suma de cuadrados de las Formulaciones

k = Numero de las formulaciones

SSE = Suma de cuadrados de error

n = Numero de observaciones

MST = Media cuadrática de las formulaciones

MSE = Media cuadrática de error

2.9. Diseño metodológico

2.9.1. Diseño de contrastación de hipótesis

El diseño que permitirá contrastar la hipótesis corresponde al diseño factorial 3x3 (ver tabla 7), cuya ecuación matemática se muestra:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = el i valor de la acidez, pH, sólidos solubles, vitamina C, fructooligosacáridos, polifenoles totales, capacidad antioxidante ($i= A1, A2, A3$), que se obtiene bajo la combinación del j valor de la dilución del jugo de pitahaya ($j=D1, D2, D3$) y el k valor de la concentración de jarabe de yacón ($k=C1, C2, C3$).

μ = la media común a todos los datos del experimento.

α_j = el efecto o impacto del j nivel de la dilución del jugo de pitahaya ($j=D1, D2, D3$).

β_k = efecto del k valor de la concentración de jarabe de yacón ($k=C1, C2, C3$).

$(\alpha\beta)_{jk}$ = efecto de la interacción entre el j valor de la dilución del jugo de pitahaya ($j=D1, D2, D3$) y el k valor de la concentración de jarabe de yacón ($k=C1, C2, C3$).

ε_{ijk} = error experimental o efecto aleatorio de muestreo. Adaptado de Montgomery (2004).

Tabla 6.

Diagrama del diseño factorial de 3x3.

Variables		Concentración de jarabe de yacón (C)		
		C1	C2	C3
Dilución del jugo de pitahaya (D)	D1	D1C1A1	D1C2A1	D1C3A1
		D1C1A2	D1C2A2	D1C3A2
		D1C1A3	D1C2A3	D1C3A3
	D2	D2C1A1	D2C2A1	D2C3A1
		D2C1A2	D2C2A2	D2C3A2
		D2C1A3	D2C2A3	D2C3A3
	D3	D3C1A1	D3C2A1	D3C3A1
		D3C1A2	D3C2A2	D3C3A2
		D3C1A3	D3C2A3	D3C3A3

Nota: Elaboración propia (2020).

Dónde:

D= Dilución del jugo de pitahaya

D1=1:2.5

D2=1:3.0

D3=1:3.5

C= Concentración del jarabe de yacón

C1=30°Bx

C2=40°Bx

C3=50°Bx

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Caracterización fisicoquímica del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

En la Tabla 7, se muestra el resultado de los análisis fisicoquímicos para acidez, pH y sólidos solubles, el yacón, con valores promedio de $0,4096 \pm 0,0490$ % (ácido cítrico), $5,24 \pm 0,0643$ y $9,9 \pm 0,7341$ °Bx respectivamente.

Tabla 7.

*Características fisicoquímicas del yacón (*Smallanthus sonchifolius*).*

Nº de formulaciones	Acidez (% Ac. Cítrico)	pH	Sólidos solubles (°Brix)
1	0,4864	5,15	9,00
2	0,3840	5,28	10,50
3	0,4224	5,21	9,50
4	0,4096	5,25	9,50
5	0,4608	5,17	9,00
6	0,3968	5,25	9,50
7	0,4480	5,21	10,0
8	0,3200	5,32	10,50
9	0,3584	5,36	11,50
Promedio	0,4096	5,24	9,90
Desviación estándar	$\pm 0,0490$	$\pm 0,06$	$\pm 0,73$

Nota: Elaboración propia (2020).

De acuerdo con la tabla 7, el pH del yacón es de $5,24 \pm 0,06$, este valor se encuentra en el rango de 4 a 7 obtenido por los investigadores Roberfroid (1993) y Cisneros-Zevallos (2002), mientras que este pH es más parecido al encontrado por Vilhena *et al.* (2000), el cual es de 5,53.

Los sólidos solubles del yacón mostrado en la tabla 7, es en promedio de $9,90 \pm 0,73$ °Bx, este valor es similar al encontrado por Flores & Gonzáles (2017), el cual es 9 °Bx, y se

encuentra dentro del rango de 8 a 12 °Brix, obtenido en las raíces de yacón por Manrique *et al.* (2005) Manrique *et al.* (2005).

La acidez del yacón obtenida en el estudio es $0,4096 \pm 0,0490$ % expresado en ácido cítrico, superior al resultado reportado por Ramos (2007) de 0,30%.

3.2.Caracterización fisicoquímica Pitahaya (*Hylocereus ocamponis*)

En la Tabla 8, se muestra el resultado de los análisis fisicoquímicos para acidez, pH y sólidos solubles, la pitahaya, con valores promedio de $0,2944 \pm 0,0330$ % (Ácido Cítrico), $5,00 \pm 0,09$ y $14,90 \pm 0,31$ °Bx respectivamente.

Tabla 8.

Características fisicoquímicas de la pitahaya (Hylocereus ocamponis).

Nº de formulaciones	Acidez (% Ac. Cítrico)	pH	Sólidos solubles (°Brix)
1	0,2816	5,14	15,00
2	0,2688	4,94	15,00
3	0,3456	5,08	15,00
4	0,3072	5,10	15,00
5	0,2560	4,94	15,00
6	0,3200	4,89	15,00
7	0,2944	5,06	15,00
8	0,2432	4,82	14,00
9	0,3328	5,02	15,00
Promedio	0,2944	5,00	14,90
Desviación estándar	$\pm 0,0330$	$\pm 0,09$	$\pm 0,31$

Nota: Elaboración propia (2020).

La tabla 8, se observa la media de pH de la pitahaya utilizada, de $5,00 \pm 0,09$, el valor está dentro del rango de 5,00 a 5,35, reportado por Rodríguez *et al.* (2005) en su investigación, y es superior a lo reportado por Santarrosa (2013), el cual fue 4,65; e

inferior a lo reportado por Ochoa-Velasco *et al.* (2012) el cual es de $5,51 \pm 0,40$ en su investigación.

La media de sólidos solubles que se observa en la tabla 8 de la pitahaya utilizada es $14,90 \pm 0,31$ °Bx, este resultado, se encuentra dentro del rango de 13,33 a 16,67 °Bx reportado por Alvarado (2014); y es mayor a lo reportado por Ochoa-Velasco *et al.* (2012), el cual es de $9,03 \pm 1,80$ °Bx.

La media de la acidez de la pitahaya utilizada para el estudio es $0,2944 \pm 0,0330$ % expresado en ácido cítrico, ya que es el ácido predominante según el análisis de cromatografía líquida en la investigación de Rodríguez *et al.* (2005); este resultado de acidez obtenido es superior a 0,111%, reportado por Santarrosa (2013) en pitahaya fresca, y es similar a $0,30 \pm 0,01$ % de acidez titulable obtenido por Ochoa-Velasco *et al.* (2012).

3.3. Formulación de la bebida

Tabla 9.

Descripción de las 9 formulaciones.

Concentración	Dilución	Formulaciones
30°Bx	1:2,5	D1C1
40°Bx	1:2,5	D1C2
50°Bx	1:2,5	D1C3
30°Bx	1:3,0	D2C1
40°Bx	1:3,0	D2C2
50°Bx	1:3,0	D2C3
30°Bx	1:3,5	D3C1
40°Bx	1:3,5	D3C2
50°Bx	1:3,5	D3C3

Nota: Elaboración propia (2020).

3.4. Caracterización sensorial de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*)

En las tablas 10, 11, 12 y 13 se presenta los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los atributos de color, olor, sabor y apariencia de la bebida en estudio.

Tabla 10.

Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial del color de la bebida en estudio.

Color	Jueces (%)	Intensidad promedio
Verde oscuro	28	6,6
Cobrizo	33	6,5
Café	32	6,4
Ámbar	7	4,6
Total	100	

Nota: Elaboración propia (2020).

Como se muestra en la tabla 10, el 33 % de 8 jueces indicaron que el color de la bebida es cobrizo con una intensidad promedio de 6,5. En el Anexo I se muestran imágenes representativas de los 5 colores (cobrizo, café, ámbar y verde oscuro) mencionados en la tabla 10 para caracterizar el color de la bebida en estudio.

Tabla 11.

Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial del olor de la bebida en estudio.

Olor	Jueces (%)	Intensidad promedio
Caramelo	40	7,0
Jarabe	36	6,8
Inodoro	23	2,9
Fermentado	1	6,0
Fétido	0	0,0
Total	100	

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 11, se muestra que el 40 % de 8 jueces indicaron que la bebida tiene olor a caramelo con una intensidad promedio de 7,0. En el Anexo I se muestra la definición de

cada uno de los términos (caramelo, jarabe, inodoro, fermentado y fétido) mencionados en la tabla 11 para caracterizar el olor de la bebida en estudio.

Tabla 12.

Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial del sabor de la bebida en estudio.

Sabor	Jueces (%)	Intensidad promedio
Dulce	35	7,1
Semidulce	45	6,6
Insípido	14	5,1
Astringente	6	6,5
Fermentado	0	0,0
Total	100	

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 12, se muestra que el 45 % de 8 jueces indicaron que la bebida tiene sabor semidulce con una intensidad promedio de 6,6. En el Anexo I se muestra la definición de cada uno de los términos (dulce, semidulce, insípido, astringente, fermentado) mencionados en la tabla 12 para caracterizar el sabor de la bebida en estudio.

Tabla 13.

Porcentaje e intensidad promedio de la evaluación sensorial de apariencia de la bebida en estudio.

Apariencia	Jueces (%)	Intensidad promedio
Turbio	47	6,4
Ligeramente turbio	42	6,1
Limpio	10	5,7
Sedimentado	1	3,0
Total	100	

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 13, se muestra que el 47 % de 8 jueces indicaron que la apariencia de la bebida es turbia, con una intensidad promedio de 6,4. En el Anexo I se muestra la definición de

cada uno de los términos (turbio, ligeramente turbio, limpio, claro) mencionados en la tabla 13 para caracterizar la apariencia de la bebida en estudio.

3.5. Evaluación de atributos sensoriales: Color, Olor, Sabor y Apariencia

Para evaluar los atributos sensoriales de las 9 formulaciones se llevó los datos a un arreglo factorial, para determinar las preferencias de los jueces.

3.5.1. COLOR

Tabla 14.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para el color.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	22,250	8	2,781	0,891	0,529
Intra-grupos	196,625	63	3,121		
Total	218,875	71			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 14, se muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza para el color, luego de comprobar la homogeneidad de varianzas. En esta tabla se identifica que el valor Sig. (0,529) obtenido es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto al color, no existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

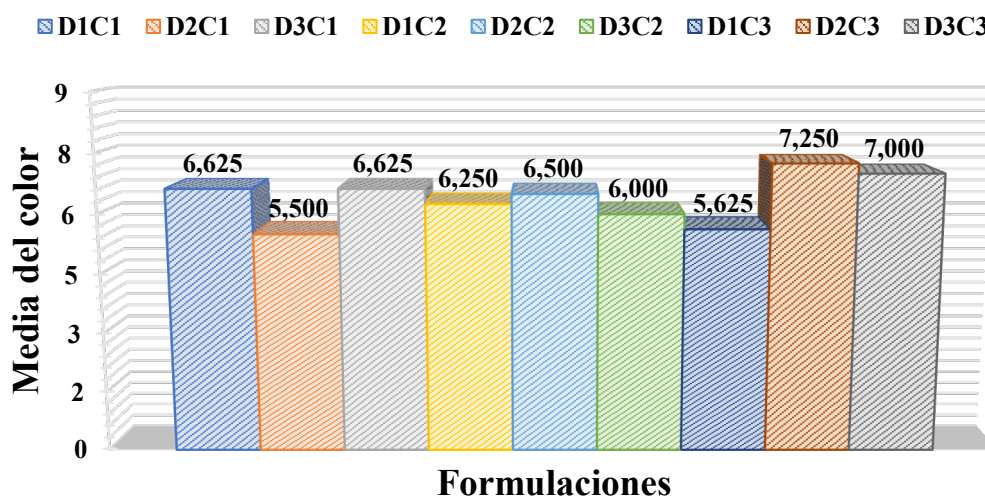


Figura 8. Medias del color. Elaboración propia (2020).

3.5.2. OLOR

Tabla 15.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para el olor.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	14,444	8	1,806	0,308	0,960
Intra-grupos	369,500	63	5,865		
Total	383,944	71			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 15, se muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza para el olor, luego de comprobar la homogeneidad de varianzas. En esta tabla se identifica que el valor Sig. (0,960) obtenido es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto al olor, no existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

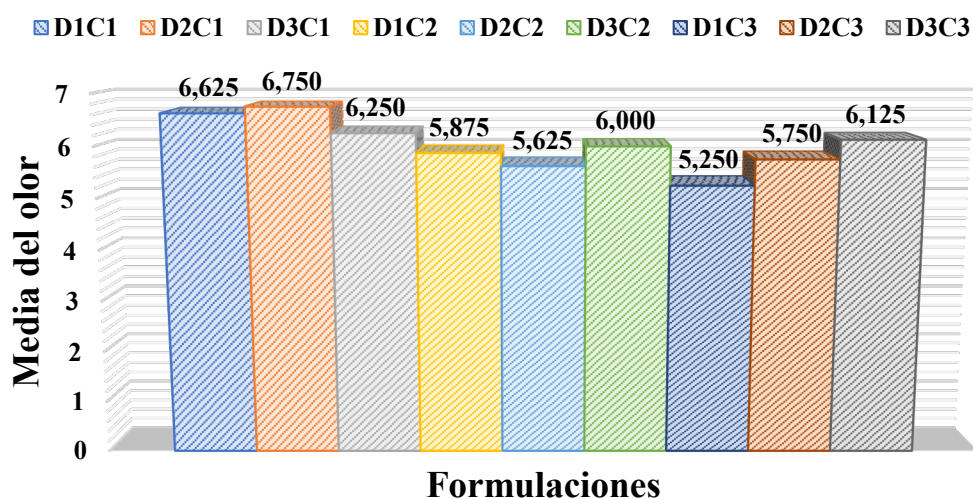


Figura 9. Medias del olor. Elaboración propia (2020).

3.5.3. SABOR

Tabla 16.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para el Sabor.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	20,500	8	2,563	0,811	0,595
Intra-grupos	199,000	63	3,159		
Total	219,500	71			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 16, se muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza para el sabor, luego de comprobar la homogeneidad de varianzas. En esta tabla se identifica que el valor Sig. (0,595) obtenido es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto al sabor, no existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

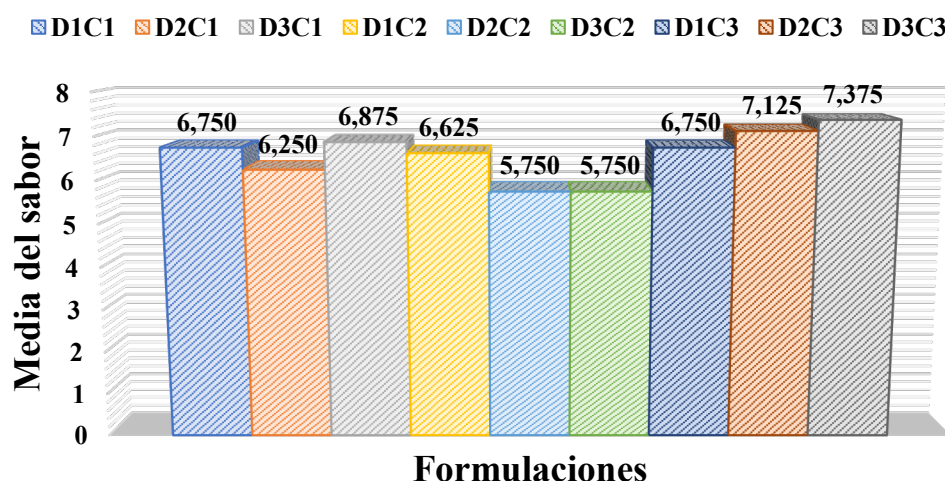


Figura 10. Medias del sabor. Elaboración propia (2020).

3.5.4. APARIENCIA

Tabla 17.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para la Apariencia.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	22,528	8	2,816	0,886	0,533
Intra-grupos	200,125	63	3,177		
Total	222,653	71			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 17, se muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza para la apariencia, luego de comprobar la homogeneidad de varianzas. En esta tabla se identifica que el valor Sig. (0,533) obtenido es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto a la apariencia, no existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

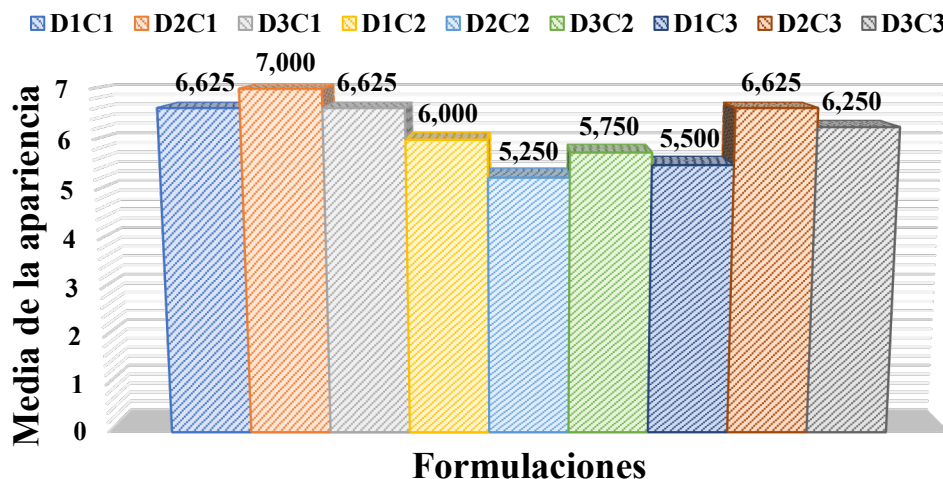


Figura 11. Medias de la apariencia. Elaboración propia (2020).

Después de realizar el análisis estadístico de las características sensoriales, y observando los resultados obtenidos, se puede decir que para cada formulación no existe diferencia significativa con respecto a las características sensoriales, esto indica, que el color, olor, sabor y apariencia es igual u homogéneo en cada una de las formulaciones.

De este modo la elección de la formulación óptima, se define según la composición nutricional (Vit. C, Capacidad Antioxidante, Polifenoles y FOS), para lograr un mayor efecto positivo en el consumidor.

3.6. Características fisicoquímicas de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*)

En la evaluación de las características fisicoquímicas de las 9 formulaciones, se llevó los datos a un arreglo factorial, para determinar la óptima formulación:

3.6.1. VITAMINA C:

Tabla 18.

Resultados de Vitamina C (mg/100mL) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius) y jugo de pitahaya (Hylocereus ocamponis).

Formulación	Vitamina C (mg/100mL)				
	Repeticiones			Promedio	Desviación Estándar
	A1	A2	A3		
D1C1	0,4828	0,4918	0,5187	0,4978	± 0,0153
D2C1	0,3415	0,3662	0,3908	0,3662	± 0,0202
D3C1	0,2203	0,3101	0,3729	0,3011	± 0,0626
D1C2	0,5098	0,5008	0,4783	0,4963	± 0,0132
D2C2	0,4402	0,4155	0,4222	0,4260	± 0,0104
D3C2	0,3437	0,3594	0,3549	0,3527	± 0,0066
D1C3	0,6174	0,5883	0,5614	0,5890	± 0,0229
D2C3	0,4851	0,4896	0,4739	0,4828	± 0,0066
D3C3	0,4492	0,4245	0,3729	0,4155	± 0,0318

Nota: Elaboración propia (2020).

Tabla 19.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para la Vitamina C.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,191	8	0,024	22,139	0,000
Intra-grupos	0,019	18	0,001		
Total	0,210	26			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 19, se identifica que el valor Sig. (0,000) obtenido es menor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto a los resultados arrojados del análisis de vitamina C, existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

Tabla 20.
Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey.

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05					
		1	2	3	4	5	6
D3C1	3	0,3011					
D3C2	3	0,3527	0,3527				
D2C1	3		0,3662	0,3662			
D3C3	3			0,4155	0,4155		
D2C2	3				0,4260		
D2C3	3					0,4829	
D1C2	3					0,4963	
D1C1	3					0,4978	
D1C3	3						0,5890
Sig.		0,070	0,621	0,082	0,702	0,606	1,000

Nota: Elaboración propia (2020).

En la siguiente tabla 20, se muestra la Prueba de Tukey, en donde se observa que el valor de Sig. en cada uno de los 6 subconjuntos homogéneo es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo cual nos indica que, el valor de medias es diferente, o existe diferencia significativa para todas las formulaciones, siendo la formulación D1C3, la que tiene mayor cantidad de vitamina C que las demás formulaciones (0,5890mg/100mL).

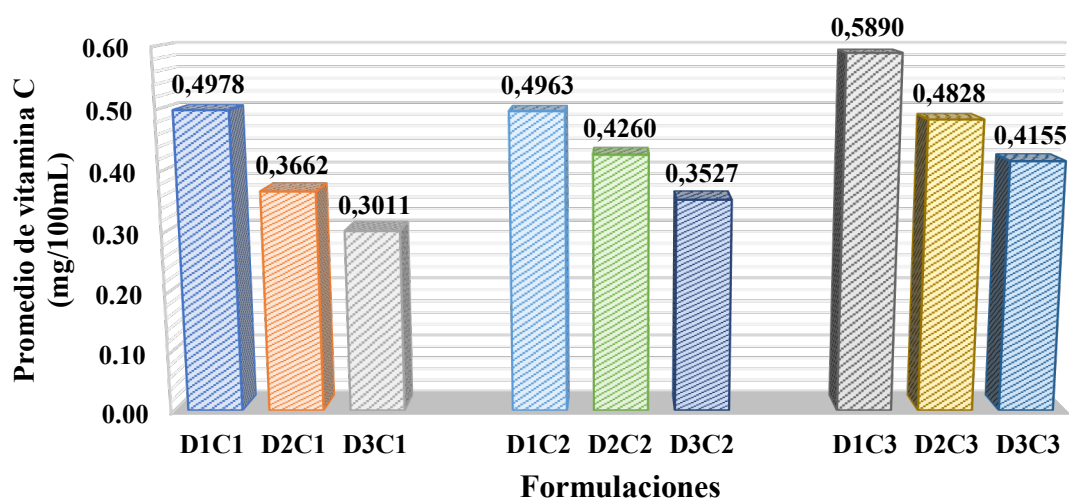


Figura 12. Comparativo de medias de Vitamina C (mg/100mL), para cada formulación. Elaboración propia (2020).

3.6.2. POLIFENOLES TOTALES:

Tabla 21.

Resultados de Polifenoles totales (mg EAG/L) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius) y jugo de pitahaya (Hylocereus ocamponis).

Formulación	Polifenoles totales (mg EAG/L)				
	Repeticiones			Promedio	Desviación Estándar
	A1	A2	A3		
D1C1	1176,5757	1179,8105	1180,3496	1178,9119	±1,6665
D2C1	1088,6992	1085,4645	1087,0819	1087,0819	±1,3206
D3C1	1001,9010	1000,8227	999,2054	1000,6430	±1,1078
D1C2	1060,1259	1061,2041	1063,3606	1061,5635	±1,3448
D2C2	983,5709	987,3447	985,1883	985,3680	±1,5459
D3C2	910,7897	908,6333	910,7897	910,0709	±1,0166
D1C3	979,7971	978,1797	982,4927	980,1565	±1,7790
D2C3	926,9633	928,0416	924,8069	926,6039	±1,3448
D3C3	855,7995	857,9560	854,7213	856,1589	±1,3448

Nota: Elaboración propia (2020).

Tabla 22.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para los Polifenoles Totales.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	234406,434	8	29300,804	9897,864	0,000
Intra-grupos	53,286	18	2,960		
Total	234459,719	26			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 22, se identifica que el valor Sig. (0,000) obtenido es menor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto a los resultados arrojados del análisis de Polifenoles Totales, existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

Tabla 23.
Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey.

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
D3C3	3	856,1589								
D3C2	3		910,0709							
D2C3	3			926,6039						
D1C3	3				980,1565					
D2C2	3					985,3679				
D3C1	3						1000,6430			
D1C2	3							1061,5635		
D2C1	3								1087,0818	
D1C1	3									1178,9119
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Nota: Elaboración propia (2020).

En la siguiente tabla 23, se muestra la Prueba de Tukey, en donde se observa que el valor de Sig. en cada uno de los 9 subconjuntos homogéneo es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo cual nos indica que, el valor de medias es diferente, o existe diferencia significativa para todas las formulaciones, siendo la formulación D1C1, la que tiene mayor cantidad de polifenoles totales que las demás formulaciones (1178,9119mg EAG/L).

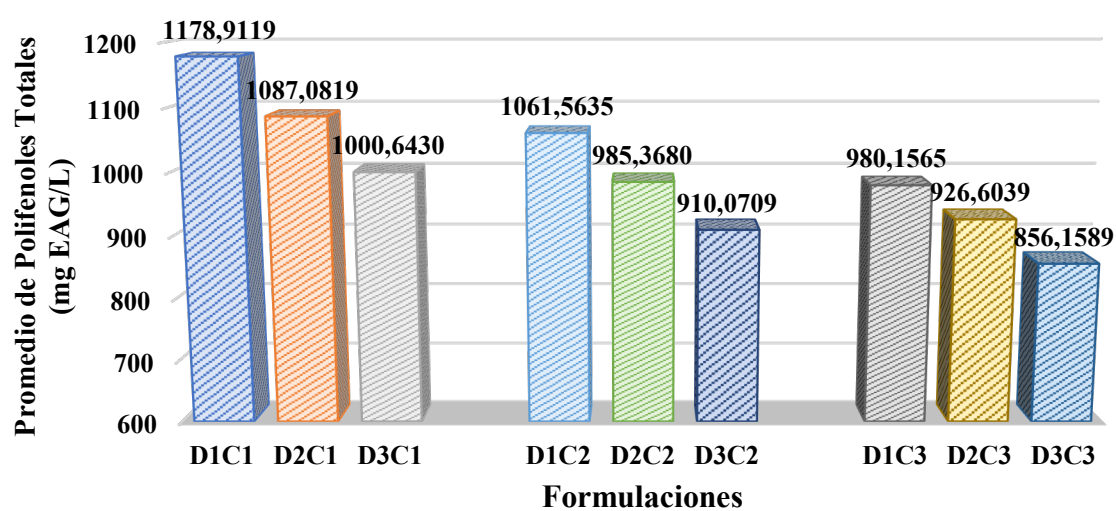


Figura 13. Comparativo de medias de Polifenoles Totales (mg EAG/L), para cada formulación. Elaboración propia (2020).

3.6.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE:

Tabla 24.

*Resultados de Capacidad antioxidante ($\mu\text{g Trolox}/100\text{mL}$) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*).*

Formulación	Capacidad Antioxidante ($\mu\text{g Trolox}/100\text{mL}$)				
	Repeticiones			Promedio	Desviación Estándar
	A1	A2	A3		
D1C1	462,7459	461,1930	460,1577	461,3655	$\pm 1,0637$
D2C1	450,3224	452,3930	451,3577	451,3577	$\pm 0,8453$
D3C1	431,1695	434,7931	433,2401	433,0676	$\pm 1,4843$
D1C2	513,4751	516,0634	515,0281	514,8555	$\pm 1,0637$
D2C2	495,3576	494,3223	493,2870	494,3223	$\pm 0,8453$
D3C2	481,8988	485,0046	484,4870	483,7968	$\pm 1,3586$
D1C3	560,5809	562,6514	559,5456	560,9260	$\pm 1,2912$
D2C3	532,1104	533,6633	534,6986	533,4908	$\pm 1,0637$
D3C3	498,9811	497,4281	501,5693	499,3262	$\pm 1,7081$

Nota: Elaboración propia (2020).

Tabla 25.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para Capacidad Antioxidante.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	39546,140	8	4943,268	2203,962	0,000
Intra-grupos	40,372	18	2,243		
Total	39586,512	26			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 25, se identifica que el valor Sig. (0,000) obtenido es menor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto a los resultados arrojados del análisis de Capacidad Antioxidante, existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

Tabla 26.
Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey.

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
D3C1	3	433,0675								
D2C1	3		451,3577							
D1C1	3			461,3655						
D3C2	3				483,7968					
D2C2	3					494,3223				
D3C3	3						499,3261			
D1C2	3							514,8555		
D2C3	3								533,4907	
D1C3	3									560,9259
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Nota: Elaboración propia (2020).

En la siguiente tabla 26, se muestra la Prueba de Tukey, en donde se observa que el valor de Sig. en cada uno de los 9 subconjuntos homogéneo es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo cual nos indica que, el valor de medias es diferente, o existe diferencia significativa para todas las formulaciones, siendo la formulación D1C3, la que tiene mayor capacidad antioxidante que las demás formulaciones (560,9260µgTrolox/100mL).

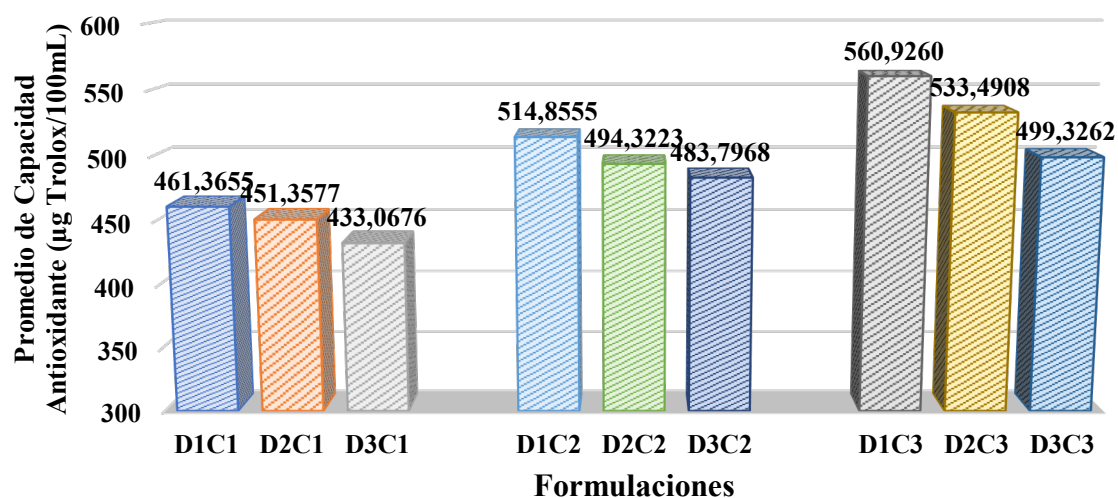


Figura 14. Comparativo de medias de la Capacidad antioxidante (µg Trolox/100mL), para cada formulación. Elaboración propia (2020).

3.6.4. FOS:

Tabla 27.

Resultados de FOS (mg FOS/100mL) de la bebida funcional a base de jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius) y jugo de pitahaya (Hylocereus ocamponis).

Formulación	Fructooligosacáridos (mg FOS/100mL)				
	Repeticiones			Promedio	Desviación Estándar
	A1	A2	A3		
D1C1	0,2548	0,2447	0,2503	0,2475	±0,0028
D2C1	0,2537	0,2568	0,2598	0,2583	±0,0015
D3C1	0,2156	0,2048	0,1915	0,2040	±0,0099
D1C2	0,2648	0,2677	0,2836	0,2720	±0,0083
D2C2	0,2533	0,2578	0,2604	0,2572	±0,0029
D3C2	0,2015	0,1946	0,2011	0,1991	±0,0032
D1C3	0,2935	0,3002	0,2955	0,2964	±0,0028
D2C3	0,2832	0,2794	0,2786	0,2804	±0,0020
D3C3	0,1845	0,1692	0,1662	0,1733	±0,0080

Nota: Elaboración propia (2020).

Tabla 28.

ANOVA de un factor – Análisis de Varianza para FOS.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,042	8	0,005	109,882	0,000
Intra-grupos	0,001	18	0,000		
Total	0,042	26			

Nota: Elaboración propia (2020).

En la tabla 28, se identifica que el valor Sig. (0,000) obtenido es menor a 0,05 (5% de significancia), lo que indica estadísticamente, que, con respecto a los resultados arrojados del análisis de FOS, existe diferencia significativa en cada formulación, con una confiabilidad del 95%.

Tabla 29.
Prueba Post Hoc – Prueba de Tukey.

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05				
		1	2	3	4	5
D3C3	3	0,1733				
D3C2	3		0,1990			
D3C1	3		0,2039			
D1C1	3			0,2499		
D2C1	3			0,2567		
D2C2	3			0,2571		
D1C2	3				0,2720	
D2C3	3				0,2804	
D1C3	3					0,2964
Sig.		1,000	0,394	0,238	0,153	1,000

Nota: Elaboración propia (2020).

En la siguiente tabla 29, se muestra la Prueba de Tukey, en donde se observa que el valor de Sig. en cada uno de los 5 subconjuntos homogéneo es mayor a 0,05 (5% de significancia), lo cual nos indica que, el valor de medias es diferente, o existe diferencia significativa para todas las formulaciones, siendo la formulación D1C3, la que tiene mayor cantidad de FOS que las demás formulaciones (0,2964mgFOS/100mL).

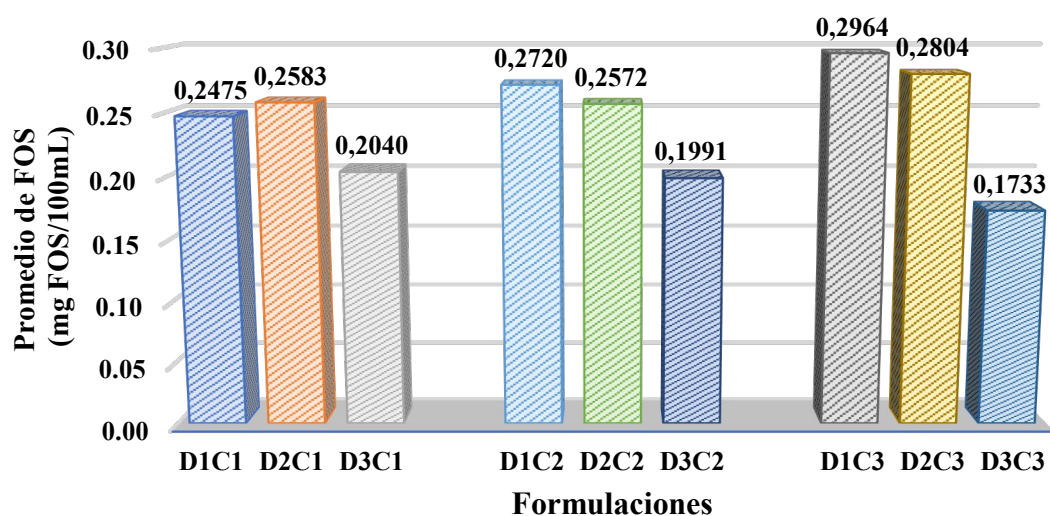


Figura 15. Comparativo de medias de los FOS (mg FOS/100mL), para cada formulación. Elaboración propia (2020).

Tabla 30.
Resumen de resultados de la composición nutricional.

Formulaciones	Vitamina C (mg/100mL)	Polifenoles totales (mg EAG/L)	Capacidad antioxidante (μ g Trolox/100mL)	FOS (mg/100mL)
D1C1	0,4978 \pm 0,0153	1178,9119 \pm 1,6665	461,3655 \pm 1,0637	0,2475 \pm 0,0028
D2C1	0,3662 \pm 0,0202	1087,0819 \pm 1,3206	451,3577 \pm 0,8453	0,2583 \pm 0,0015
D3C1	0,3011 \pm 0,0626	1000,6430 \pm 1,1078	433,0676 \pm 1,4843	0,2040 \pm 0,0099
D1C2	0,4963 \pm 0,0132	1061,5635 \pm 1,3448	514,8555 \pm 1,0637	0,2720 \pm 0,0083
D2C2	0,4260 \pm 0,0104	985,3680 \pm 1,5459	494,3223 \pm 0,8453	0,2572 \pm 0,0029
D3C2	0,3527 \pm 0,0066	910,0709 \pm 1,0166	483,7968 \pm 1,3586	0,1991 \pm 0,0032
D1C3	0,5890 \pm 0,0229	980,1565 \pm 1,7790	560,9260 \pm 1,2912	0,2964 \pm 0,0028
D2C3	0,4828 \pm 0,0066	926,6039 \pm 1,3448	533,4908 \pm 1,0637	0,2804 \pm 0,0020
D3C3	0,4155 \pm 0,0318	856,1589 \pm 1,3448	499,3262 \pm 1,7081	0,1733 \pm 0,0080

Nota: Elaboración propia (2020).

\pm : Desviación estándar.

Después de realizar el análisis estadístico de las características sensoriales, y observando que para cada formulación no existe diferencia significativa con respecto a el color, olor, sabor y apariencia en cada una de las formulaciones, se procedió a el análisis estadístico de la composición nutricional (vitamina C, capacidad antioxidante, polifenoles y FOS), y se obtuvo la formulación óptima, el cual está dado por la formulación D1C3, el cual contiene mayor cantidad de contenido funcional en su composición, que a su vez logra un mayor efecto positivo en el consumidor.

En la formulación óptima la cantidad de vitamina C fue de $0,5890 \pm 0,0229$ mg/100mL, este valor es inferior con lo que reporta Contreras & Purisaca (2018), de $2,97 \pm 0,01$ mg/100mL en su bebida funcional a partir de yacón y piña endulzado con Stevia, esta variación en el contenido de vitamina C, resulta tanto por causas genotípicas, como por

el manejo pre y postcosecha (Pighin & Rossi, 2010). Además, la vitamina C, se puede degradar fácilmente debido a la exposición al calor y por la oxidación (Ravani & Joshi, 2011).

El MINSA. (2016), menciona que la cantidad mínima necesaria en la ingesta de vitamina C es de alrededor de 10 mg/día. La ingesta dietética promedio en hombres es de 75 mg/día y para mujeres es de 60 mg/día. En la bebida con formulación óptima, la cantidad de vitamina C obtenida es de $0,5890 \pm 0,0229$ mg/100mL, la cual, en una ingesta de 250ml de la bebida, estaría aportando el 14.7% de la ingesta mínima diaria de vitamina C.

El contenido de FOS que aporta la bebida funcional, va desde un mínimo de $0,1733 \pm 0,0080$ mg/100mL dado por la formulación D3C3, y hasta un máximo de $0,2964 \pm 0,0028$ mg/100mL dado por la formulación óptima D1C3. El contenido de FOS según Seminario *et al.* (2003), no debe exceder de 0,3 y 0,4 g. por cada kilogramo de peso corporal en hombres y mujeres, respectivamente. Las dosis superiores a 20 g de FOS/día pueden producir flatulencias y presión abdominal y dosis por encima de 50 g de FOS/ día, frecuentemente ocasionan diarrea.

Los FOS son un tipo particular de carbohidratos, y debido a su particularidad su aporte calórico es tan sólo entre 1 y 1,5 kcal/g, es aporte es menos al aporte calórico de los carbohidratos en los alimentos, que es de 4 kcal/g (Roberfroid, 1999).

El contenido de FOS está dado en la investigación por el yacón, la velocidad para la conversión de FOS en azúcares libres se incrementa mucho en medios acidificados. En la investigación el pH del yacón es $5,24 \pm 0,06$, y el pH de la bebida es $4,18 \pm 0,01$, estos valores de pH son necesarios debido a que Manrique *et al.* (2005), a en su investigación menciona que a pH=4, alrededor del 25% de los FOS se habrá convertido en azúcares simples después de 6 meses en almacenamiento, mientras que a pH=3 la

despolimerización será de 45%. Por lo tanto, se debe tener el pH del jarabe a no menos de 4.

El estudio clínico realizado en Perú por Seclén *et al.* (2005), reportó que la respuesta glicémica del jarabe de yacón en personas diabéticas tipo 2, es baja. Esto incita que el jarabe de yacón debido a que tiene poco efecto en la elevación de glucosa en la sangre, podría ser consumido por diabéticos tipo 2, dicha información es importante en la investigación, debido a que el jarabe de yacón es un insumo principal en la elaboración de la bebida.

La Capacidad antioxidante del formulación óptimo es de $560,9260 \pm 1,2912 \mu\text{g}$ Trolox/100mL, siendo mayor al reportado por Romero (2019), el cual es $331,4708 \pm 4,20088 \mu\text{g}$ Trolox/100mL, en su investigación “Formulación de una bebida funcional a partir de extracto de *Equisetum arvense* (cola de caballo) y *Zeas mays L.* (maíz morado) edulcorado con *Stevia rebaudiana bertonii* (Estevia)”; y también es superior al reportado por Carpio & Figueroa (2017) de $293,8365 \mu\text{g}$ Trolox/100mL, en su investigación “Efecto de la adición de goma arábica y maltodextrina en el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en extracto de sancayo (*Corryocactus brevistylus*) liofilizado”

La cantidad de polifenoles totales en la bebida funcional de la formulación óptima es $98,01565 \pm 1,7790 \text{ mg EAG/100mL}$, esta cantidad es superior a lo obtenido por Romero (2019), el cual es $42,500 \pm 0,07559 \text{ mg EAG/100mL}$, en su investigación “Formulación de una bebida funcional a partir de extracto de *Equisetum arvense* (cola de caballo) y *Zeas mays L.* (maíz morado) edulcorado con *Stevia rebaudiana bertonii* (Estevia)”. La cantidad de polifenoles totales obtenida en la bebida, en un consumo diario de 500ml, estaría aportando el 75% de la ingesta diaria recomendada.

3.7. Caracterización de la Formulación óptima

3.7.1. Características fisicoquímicas

En la Tabla 31, se muestra el resultado de los análisis fisicoquímicos para acidez, pH y sólidos solubles, de la formulación óptima obtenido como resultado del análisis estadístico, el cual fue D1C3, con valores promedio de $0,4011 \pm 0,0121$ % (Ácido Cítrico), $4,18 \pm 0,01$ y $13,33 \pm 0,24$ °Bx respectivamente.

Tabla 31.

Características fisicoquímicas de la formulación óptima.

Variables	Total
Acidez (% Ac. Cítrico)	$0,4011 \pm 0,0121$
pH	$4,18 \pm 0,01$
Sólidos solubles (°Brix)	$13,33 \pm 0,24$

Nota: Elaboración propia (2020).

±: Desviación estándar.

La Norma Técnica Peruana para Jugos, Néctares y Bebidas de frutas (NTP 203.110) dada por INDECOPI (2009), establece en sus especificaciones un pH < 4,5, por lo que el pH de la bebida funcional está dentro de lo establecido por la normal ($4,18 \pm 0,01$).

Así mismo, la NTP 203.110, establece en sus especificaciones un mínimo de sólidos solubles (°Bx) de 10, reportándose un valor de $13,33 \pm 0,24$, el cual cumple con lo establecido con la norma (INDECOPI, 2009).

Según la Norma General para Zumo (Jugos) y Néctares de Frutas (Codex Stan 247) dada por el CODEX (2005), el contenido de acidez debe tener un máximo de 0,5g ac. cítrico/100mL, obteniéndose en la investigación $0,4011 \pm 0,0121$ g ac. cítrico/100mL, el cual se encuentra dentro de lo establecido.

3.7.2. Análisis Microbiológicos

Tabla 32.

Análisis Microbiológico en la formulación óptima.

Agente microbiológico	Categoría	Clase	Ufc
Mohos	2	3	0 ufc/mL
Levaduras	2	2	0 ufc/mL
Coliformes Totales	5	2	< 1,1 ufc/mL
Aerobios Mesófilos	2	3	20 ufc/mL

Nota: Elaboración propia (2020).

Los microorganismos indicadores según la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano son: mohos, levaduras, coliformes totales y aerobios mesófilos (MINSA, 2008).

Camacho *et al.* (2009), manifiesta que los hongos y las levaduras se dispersan con facilidad por el aire y el polvo, es debido a esto que son frecuentes en el microbiota de muchos alimentos. Su crecimiento es lento y tienen baja competitividad por lo que es fácil encontrarlos en alimentos donde las condiciones no favorecen el crecimiento bacteriano, por ejemplo: pH ácido, baja humedad, alto contenido de sales o carbohidratos, baja temperatura de almacenamiento, presencia de antibióticos u otros antibacterianos.

Así mismo la NTS N°071–MINSA/DIGESA-V.01, dada por el MINSA (2008), establece un índice máximo permisible de mohos y levaduras para identificar el nivel aceptable de calidad igual a 10 ufc/mL; teniendo en la presente investigación, un resultado menor a éste.

El recuento de aerobios mesófilos, se utiliza para valorar la calidad de la materia prima, problemas de almacenamiento, abuso de temperatura y vida útil, según el Instituto Nacional de Alimentos. El MINSA (2008), en su NTS N°071–MINSA/DIGESA-V.01, establece un máximo permisible de 10^2 ufc/mL de aerobios mesófilos, que en

comparación al resultado de la investigación (20 ufc/mL), éste está dentro de lo establecido en la norma.

Con respecto a los coliformes totales, la NTS N°071–MINSA/DIGESA-V.01, establece un máximo de < 3 ufc/mL, teniendo en cuenta la norma, el resultado obtenido en la investigación está dentro de lo especificado por la norma ($< 1,1$ ufc/mL) (MINSA, 2008).

IV. CONCLUSIONES

- Se logró obtener la formulación de una bebida funcional a partir de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en diferentes concentraciones (30, 40 y 50° Bx.), y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*) a diferentes diluciones (1:2,5, 1:3,0 y 1:3,5). Para el caso de la bebida funcional los parámetros tecnológicos fueron en la pasteurización 10 minutos a 90° C, envasado y sellado a 85°C y el enfriamiento a T° ambiente. La fórmula seleccionada fue la muestra “D1C3” que contiene jarabe de yacón a 50°Bx., jugo de pitahaya diluido 1:2,5, 0,07% de estabilizante CMC y 0,005% de ácido crítico.
- Se caracterizó fisicoquímicamente la materia prima para el caso del yacón fueron: $0,4096 \pm 0,0490\%$ de acidez, $5,24 \pm 0,06$ de pH, $9,90 \pm 0,73$ °Bx, para el caso de la pitahaya fueron: $0,2944 \pm 0,0330\%$ de acidez, $5,00 \pm 0,09$ de pH, $14,90 \pm 0,31$ °Bx.
- Se logró obtener los valores de contenido de Vitamina C en la bebida funcional en promedio de $0,3011 \pm 0,0626$ mg/100mL como valor mínimo y valor máximo de $0,5890 \pm 0,0229$ mg/100mL
- Se obtuvo el contenido de polifenoles totales en la bebida funcional en promedio de $856,1589 \pm 1,3448$ mg EAG/L como valor mínimo y $1178,9119 \pm 1,6665$ mg EAG/L como valor máximo. Para la formulación óptima el contenido de polifenoles totales cuantificados es de $980,1565 \pm 1,7790$ mg EAG/L.
- La capacidad antioxidante cuantificada en promedio de la bebida funcional es $433,0676 \pm 1,4843$ µg Trolox/100mL como valor mínimo y $560,9260 \pm 1,2912$ µg Trolox/100mL como valor máximo, este último específicamente para el caso de la formulación óptima.

- Se logró obtener los valores de contenido de FOS en la bebida funcional en promedio de $0,1733 \pm 0,0080$ mg/100mL como mínimo y como máximo $0,2964 \pm 0,0028$ mg/100mL, éste último como resultado de la formulación óptima.
- El análisis microbiológico de la bebida funcional mostró ausencia de mohos y levaduras, con respecto a coliformes totales mostró $< 1,1$ ufc/mL y Aerobios Mesófilos 20 ufc/mL, estos resultados se encuentra dentro a lo establecido por el MINSA (2008), en la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N°071 – MINSA-DIGESA-V.01).
- Se ha logrado determinar la composición en promedio de la formulación óptima “D1C3” de la bebida funcional, los cuales son, para acidez $0,4011 \pm 0,0121\%$, pH $4,18 \pm 0,01$, sólidos solubles $13,33 \pm 0,24$ °Bx, polifenoles totales $980,1565 \pm 1,7790$ mg EAG/L, capacidad antioxidante $560,9260 \pm 1,2912$ µg Trolox/100mL y FOS $0,2964 \pm 0,0028$ mg/100mL.
- Según el análisis sensorial, se concluye que la bebida tiene un color cobrizo, olor caramelo, sabor semidulce y apariencia turbia. También se concluye que para cada formulación no existe diferencia significativa con respecto a las características sensoriales, es decir, que el color, olor, sabor y apariencia es igual u homogéneo en cada uno de las formulaciones.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda incluir y promover el consumo de bebidas funcionales por su contenido de antioxidante, polifenoles y la aceptación sensorial; ya que son una alternativa viable tecnológicamente, de bajo precio y que es beneficioso para la salud.
- Se recomienda realizar el estudio de la bebida para un mercado de personas Diabéticas, ya que el yacón contiene los FOS que son derivados de los fructanos al igual que la insulina.
- Se recomienda utilizar un filtro con diámetro de partículas de 0.1mm, para así poder retener las partículas y evitar la sedimentación a corto plazo.
- Se recomienda utilizar envases Tetra Pak para no eliminar los nutrientes que se encuentran en la sedimentación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. A. (2014). *Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) y roja (Hylocereus undatus)*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil.].
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4747>
- Ancieta, C. A. (2016). *Análisis sensorial de alimentos*. [Trabado de investigacion, Universidad Nacional del Callao].
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2174>
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de Los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. Acribia, Editorial, S.A.
- AOAC. (1978). *AOAC Official method 932.12 Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products. Refractometer Method*.
- AOAC. (1993). *AOAC Official method 981.12 pH of Acidified Foods*.
- AOAC. (2012). *AOAC Official Method 942.15 Acidity (Titratable) of Fruit Products*.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. (E. Quintanar Duarte, Ed.; 4.^a ed.). Pearson Educación.
- Breslin, P. A. S., & Spector, A. C. (2008). Mammalian taste perception. *Current Biology*, 18(4), R148-R155. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.12.017>
- Camacho, A., Giles, M., Ortégón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velázquez, O. (2009). *Técnicas para el análisis Microbiológico de alimentos*. (M. M. Palao Rincón, Ed.; 2.^a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.

<https://docplayer.es/66963795-Tecnicas-para-el-analisis-microbiologico-de-alimentos-segunda-edicion.html>

Campos, D., Betalleluz-Pallardel, I., Chirinos, R., Aguilar-Galvez, A., Noratto, G., & Pedreschi, R. (2012). Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry*, 135(3), 1592-1599.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.088>

Carpio, R. E., & Figueroa, T. (2017). *Efecto de la adición de goma arábica y maltodextrina en el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en extracto de sancayo (Corryocactus brevistylus) liofilizado* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3014>

Chacón, A. (2006). Perspectivas agroindustriales actuales de los oligofructosacáridos (FOS). *Agronomía Mesoamericana*, 17(2), 265-286.

Chandra, N., Hegde, K., Dhillon, G., & Sarma, S. (2014). *Fruit based functional beverages: Properties and health benefits*. (Vol. 8, pp. 239-254). Prathamesh Gorawala and Srushti Mandhatr.

Chávez, J. S. (2007). *Elaboración y caracterización de un jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius) procedente de la provincia de Huancabamba*.

[Universidad Nacional de Piura].

https://docplayer.es/storage/55/37011999/1603677221/TaqYrQ6__57kYSKkV3zbog/37011999.pdf

Chik, C. T., Bachok, S., Baba, N., Abdullah, A. M., & Abdullah, N. (2011). Quality Characteristics and Acceptability of Three Types of Pitaya Fruits in a Consumer

- Acceptance Test. *Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts*, 3(1), 89-98.
<https://doi.org/10.1168/6.6778>.
- Cisneros-Zevallos, L. (2002). *Characterization and Evaluation of Fructooligosaccharides on Yacon Roots (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl.) During Storage*. Department of Horticulture.
- CODEX. (2005). *CODEX STAN 247-2005: Norma General del CODEX para Zumo (Jugos) y Néctares de Frutas*.
http://www.fao.org/input/download/standards/10154/CXS_247s.pdf
- Contreras, E., & Purisaca, J. P. (2018). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (Smallantus sonchifolius) y piña (Ananas comusus) endulzado con stevia* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Santa].
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3060>
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petruzzi, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014). Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(6), 1192-1206.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
- Coussement, P. A. A. (1999). Inulin and Oligofructose: Safe Intakes and Legal Status. *The Journal of Nutrition*, 129(7), 1412S-1417S.
<https://doi.org/10.1093/jn/129.7.1412S>
- De Moura, N. A., Caetano, B. F. R., Sivieri, K., Urbano, L. H., Cabello, C., Rodrigues, M. A. M., & Barbisan, L. F. (2012). Protective effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) intake on experimental colon carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 50(8), 2902-2910. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.05.006>

- Derkyi, N. S. A., Acheampong, M. A., Mwin, E. N., Tetteh, P., & Aidoo, S. C. (2018). Product design for a functional non-alcoholic drink. *South African Journal of Chemical Engineering*, 25, 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2018.02.002>
- Drago, M. E., López, M., & Saínz, T. del R. (2006). Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 37(4), 58-68.
- Fernández, E. C., Rajchl, A., Lachman, J., Čížková, H., Kvasnička, F., Kotíková, Z., Milella, L., & Voldřich, M. (2013). Impact of yacon landraces cultivated in the Czech Republic and their ploidy on the short- and long-chain fructooligosaccharides content in tuberous roots. *LWT - Food Science and Technology*, 54(1), 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.05.013>
- Fernández, F. (2018). *Formulación de una bebida funcional a base de Beta vulgaris L. Y Equisetum arvense L. para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/1432>
- Fessner, W.-D., & Anthonsen, T. (2009). *Modern Biocatalysis: Stereoselective and Environmentally Friendly Reactions*. (1.^a ed.). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Flores, V. del R., & Gonzáles, E. (2017). *Efecto de la concentración del jarabe de yacón y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratado*. [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3854>
- Gebhardt, S. E., & Thomas, R. G. (2002). *Nutritive Value of Foods*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/80400525/data/hg72/hg72_2002.pdf

- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K., & Santamaría, P. C. (2015). DESARROLLO DE LA PITAHAYA (*Cereus* SP.) EN ECUADOR. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 22(2), 50-58.
- INDECOPI. (2009). *NTP 203.110:2009 Jugos, Néctares y Bebidas de Fruta*.
Requisitos. <https://es.scribd.com/doc/285300947/NTP-NECTAR>
- Inga, M., Betalleluz, I., Kina, M., & Campos, D. (2015). OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS DE YACÓN (*Smallantus sonchifolius*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(3), 263-272. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v81i3.31>
- Jalgaonkar, K., Mahawar, M. K., Bibwe, B., & Kannaujia, P. (2020). Postharvest Profile, Processing and Waste Utilization of Dragon Fruit (*Hylocereus* Spp.): A Review. *Food Reviews International*, 0(0), 1-27.
<https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1742152>
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), 726-732.
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>
- Lachman, J., Fernández, E. C., & Orsák, M. (2003). Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. Et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use – a review. *Plant, Soil and Environment*, 49(6), 283-290.
<https://doi.org/10.17221/4126-PSE>
- Livingston III, D. P. (1990). Fructan Precipitation from a Water/Ethanol Extract of Oats and Barley. *Plant Physiology*, 92(3), 767-769.
<https://doi.org/10.1104/pp.92.3.767>

- Manrique, I., Hermann, M., & Bernet, T. (2004). *Yacón—FichaTécnica*. (p. 2). Centro Internacional de la Papa (CIP). <https://core.ac.uk/download/pdf/48032371.pdf>
- Manrique, I., Párraga, A., & Michael, H. (2005). *Jarabe de yacon: Principios y procesamiento*. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Fundación Erbacher, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.
- Martínez, M. G. (1999). *Determinación, cuantificación e hidrólisis de inulina en el aguamiel de agave pulquero, agave atrovirens*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/183695>
- Medina, P. E., & Mendoza, F. H. (2011). *Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método dpph (1,1 difenil -2- picril hidrazila)*.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2142>
- Medina, P. L. (2013). *Evaluación sensorial de pan de pulque* [Tesis de Grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/532/62679s.pdf?sequence=1>
- Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.
<https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- MINSA. (2008). *NTS N°071–MINSA/DIGESA-V.01: «Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano»*. (24).

MINSA. (2016). *Sala Situacional Alimentaria Nutricional 3: Micronutrientes*.

https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/sala_nutricional/sala_4/2016/01_Sala_Situacional_Alimentaria_Nutricional_3_Micronutrientes.pdf

Moret, Y. (1997). *Vitamina C: Influencia que ejerce en la cicatrización y alteraciones de la cavidad bucal*. Universidad Central de Venezuela: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.

<https://books.google.com.pe/books?id=SMkZ1A0GdTgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Mussatto, S. I., & Mancilha, I. M. (2007). Non-digestible oligosaccharides: A review. *Carbohydrate Polymers*, 68(3), 587-597.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.12.011>

Niness, K. R. (1999). Inulin and Oligofructose: What Are They? *The Journal of Nutrition*, 129(7), 1402S-1406S. <https://doi.org/10.1093/jn/129.7.1402S>

Ochoa-Velasco, C. E., García-Vidal, V., Luna-Guevara, J. J., Luna-Guevara, M. L.,

Hernández-Carranza, P., & Guerrero-Beltrán, J. Á. (2012). Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp). *Scientia Agropecuaria*, 3(4), 279-289. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.04.02>

Palomino, L. R., García, C. M., Gil, J. H., Rojano, B. A., & Durango, D. L. (2009).

Determinación Del Contenido De Fenoles Y Evaluación De La Actividad Antioxidante De Propóleos Recolectados En El Departamento De Antioquia (colombia). *Vitae*, 16(3), 388-395.

Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). Phenolic Compounds in Food. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 68-81.

- Pighín, A. F., & Rossi, A. L. (2010). Espinaca fresca, Supercongelada y en conserva: Conservación de Vitamina C pre y post cocción. *Revista chilena de nutrición*, 37(2), 201-207. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000200009>
- Quezada, R. M., & Yenque, C. L. (2019). *Capacidad antioxidante de un comprimido a base de arándano (Vaccinium Corymbosum) y camu camu (Myrciaria Dubia) liofilizado*. [Universidad Nacional del Santa].
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3429>
- Ramos, R. (2007). *Estudio químico-bromatológico de algunas variedades de yacón (Smallanthus sonchifolius) (Poepp and Endl) H. Robinson. De la provincia de Sandia-Puno*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1101>
- Ravani, A., & Joshi, D. C. (2011). STANDARDIZATION OF PROCESSING PARAMETERS FOR THE PRODUCTION OF READY-TO-SERVE UNRIPE MANGO BEVERAGE (PANA). *Asian Journal Of Dairy and Food Research*, 30(2), 94-98.
- Rivero-Urgell, M., & Santamaria-Orleans, A. (2001). Oligosaccharides: Application in infant food. *Early Human Development*, 65, S43-S52.
[https://doi.org/10.1016/S0378-3782\(01\)00202-X](https://doi.org/10.1016/S0378-3782(01)00202-X)
- Roberfroid, M. B. (1993). Dietary fiber, inulin, and oligofructose: A review comparing their physiological effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33(2), 103-148. <https://doi.org/10.1080/10408399309527616>
- Roberfroid, M. B. (1999). Caloric Value of Inulin and Oligofructose. *The Journal of Nutrition*, 129(7), 1436S-1437S. <https://doi.org/10.1093/jn/129.7.1436S>
- Rodríguez, D. A., Patiño, M. del P., Miranda, D., Fischer, G., & Galvis, J. A. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre

el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*selenicereus megalanthus* haw). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(2), 2837-2857.

Romero, B. (2019). *Formulación de una bebida funcional a partir de extracto de equisetum arvense “Cola de caballo” y Zea mays l. “Maíz morado” edulcorado con Stevia rebaudiana bertonii “Estevia”*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2971>

Saénz, C. (2004). Compuestos funcionales y alimentos derivados de *Opuntia* spp. En G. Esparza Frausto, R. D. Valdez Cepeda, & S. de J. Méndez Gallegos (Eds.), *El Nopal: Tópicos de Actualidad*. (pp. 211-221). Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte.

Sánchez-Moreno, C. (2002). Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International*, 8(3), 121-137.

<https://doi.org/10.1106/108201302026770>

Santarrosa, V. P. (2013). *Evaluación nutricional comparativa de pitahaya (Hylocereus triangularis) deshidratada en deshidratador de bandejas con la liofilizada*.

[Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3087>

Seclén, S., Villena, A., Mayta, P., & Pinto, M. (2005). Respuesta Glicémica y Sensibilidad a la Insulina después de la Ingestión de Miel de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en Pacientes con Diabetes Tipo 2. *Revista de la Sociedad Peruana de Endocrinología*, 35-38.

- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). *El Yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).
- https://books.google.com.pe/books/about/El_yac%C3%B3n.html?id=ELZkWwWekv4C&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Simanca-Sotelo, M., De Paula, C., Domínguez-Anaya, Y., Pastrana-Puche, Y., & Álvarez-Badel, B. (2020). Physico-chemical and sensory characterization of sweet biscuits made with Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*). *NFS Journal*.
<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.12.001>
- Torres, A. (2004). *Edulcorantes Naturales. Investigación de mercados de Edulcorantes Naturales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. <https://pdfslide.tips/documents/edulcorantes-56884af83de64.html>
- Trinder, P. (1969). Determination of Glucose in Blood Using Glucose Oxidase with an Alternative Oxygen Acceptor. *Annals of Clinical Biochemistry*, 6(1), 24-27.
<https://doi.org/10.1177/000456326900600108>
- Ureña, M. O., D'Arrigo, M., & Girón, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos: Aplicación didáctica* (1.^a ed.). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vargas, C. G. (2009). *Obtención de insumos de interés industrial a partir de las fructanas de agave mezcalero potosino (Agave salmiana)*. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional].
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5701/OBTENCIONINSUMOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Verona, A., Urcia, J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Vilhena, S. M. C., Câmara, F. L. de A., & Kakihara, S. T. (2000). O cultivo de yacon no Brasil. *Horticultura Brasileira*, 18(1), 5-8. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362000000100002>
- Villanueva-Tiburcio, J. E., Condezo-Hoyos, L. A., & Ramirez-Asquiere, E. (2010). Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 151-160. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500023>
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. (1992). *Metodos sensoriales basicos: Para la evaluacion de alimentos*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
- Wu, L., Hsu, H.-W., Chen, Y.-C., Chiu, C.-C., Lin, Y.-I., & Ho, J. A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95(2), 319-327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002>
- Zorrilla García, A. E., Eirez Izquierdo, M., & Izquierdo Expósito, M. (2004). Papel de los radicales libres sobre el ADN: Carcinogénesis y terapia antioxidante. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23(1), 51-57.

ANEXOS

ANEXO I. Descripción Teórica del Panel Sensorial

1.1. Evaluación Sensorial

Es usada para medir, analizar e interpretar las sensaciones producidas por las propiedades sensoriales de los alimentos y otros materiales, y que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Ureña *et al.*, 1999).

1.2. Propiedades Sensoriales

- **Olor:** Percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas en los alimentos.
- **Color :** Es la impresión producida por un tono de luz en los órganos visuales, o más exactamente, es una percepción visual que se genera.
- **Sabor :**Es la impresión que causa un alimento u otra sustancia, y está determinado principalmente por sensaciones químicas detectadas por el gusto.}
- **Apariencia:** Aspecto exterior que presentan los alimentos, resultante de apreciar con la vista su color, forma, tamaño, estado y características de su superficie.
- **Aroma:** Es la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento.

1.3. Términos para cada propiedad sensorial

1.3.1. Términos para el Olor

- **Inoloro:** Que no tiene olor.
- **Fétido:** Que desprende un olor malo, desagradable e intenso.
- **Fermentado:** Que tiene un sabor o un olor agrio, como el vinagre.
- **Caramelo:** Olor agradable que se consigue de la cocción de azúcares.
- **Jarabe:** Olor comparativo de un jarabe medicinal, que tiene un sabor dulce.

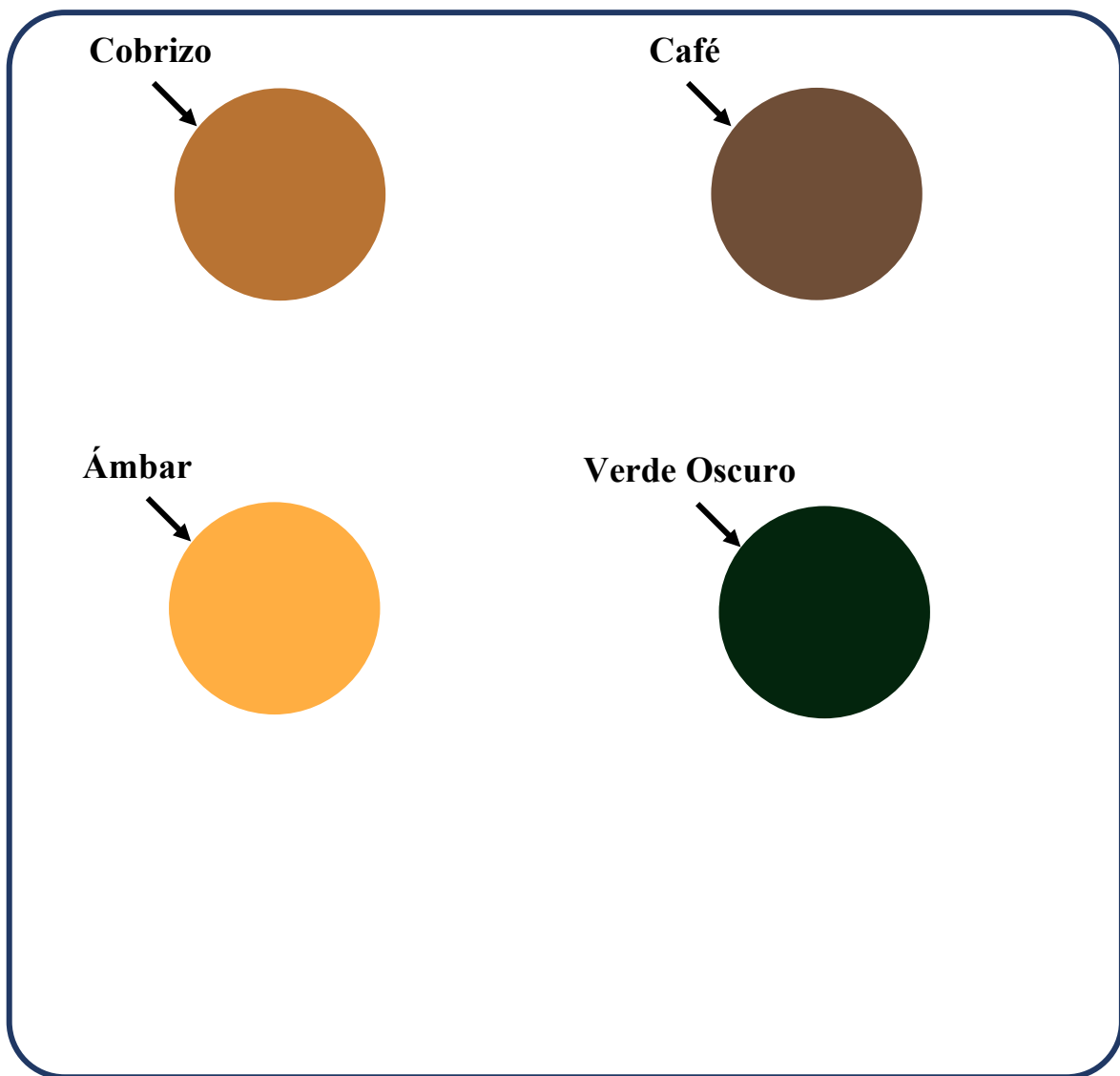
1.3.2. Términos para el Sabor

- **Dulce:** Los alimentos que poseen un alto contenido de carbohidratos son percibidos dulces
- **Semidulce:** Sabor que se presenta en menos intensidad que el sabor dulce.
- **Astringente:** Astringente permite calificar a aquello que provoca en la lengua una sensación que combina la amargura y la sequedad
- **Insípido:** Que no tiene sabor
- **Fermentado:** Que tiene un sabor o un olor agrio, como el vinagre.

1.3.3. Términos para la Apariencia

- **Turbio:** Contiene material precipitado en cantidad considerable.
- **Ligeramente turbio:** Contiene un precipitado que se aprecia con facilidad.
- **Limpio:** No contiene nada suspendido ni precipitado. No brilla.
- **Sedimentado:** Es la acumulación por deposición de todos aquellos materiales alterados y transportados previamente.

1.3.4. Términos para el Color



ANEXO II. Formatos para la caracterización sensorial de la bebida en estudio mediante categorización cuantitativa relativa.

FORMATO N° 01.

Prueba sensorial de **olor** para una bebida funcional a base de jarabe de yacón y jugo de pitahaya.

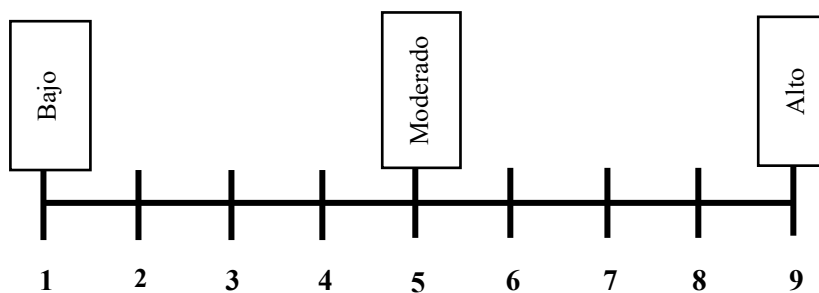
NOMBRE:FECHA.....PRUEBA N°

Evalúe el olor de la muestra presentada según su criterio.

1. Marque con una **x** en el recuadro correspondiente la característica del olor de la bebida según su apreciación.

Características del Olor	Muestra
Carmelo	
Jarabe	
Inodoro	
Fermentado	
Fétido	

2. De acuerdo a su respuesta, califique la intensidad con la percibe la característica del olor, según la escala que le mostramos a continuación.



Características del Olor	Puntaje

Comentarios:.....
.....

FORMATO N° 02

Prueba sensorial de **color** para una bebida funcional a base de jarabe de yacón y jugo de pitahaya.

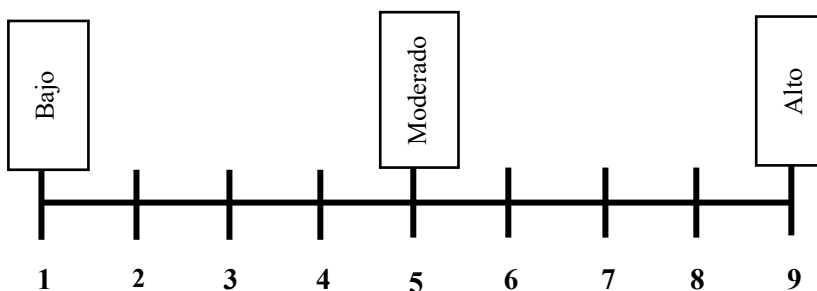
NOMBRE:FECHA.....PRUEBA N°.....

Evalúe el olor de la muestra presentada según su criterio.

1. Marque con una **x** en el recuadro correspondiente la característica del color de la bebida según su apreciación.

Características del Color	Muestra
Verde Oscuro	
Cobrizo	
Café	
Ámbar	
Verde Oscuro	

2. De acuerdo a su respuesta, califique la intensidad con la percibe la característica del color, según la escala que le mostramos a continuación.



Características del Color	Puntaje

Comentarios:.....

FORMATO N° 3

Prueba sensorial de **sabor** para una bebida funcional a base de jarabe de yacón y jugo de pitahaya.

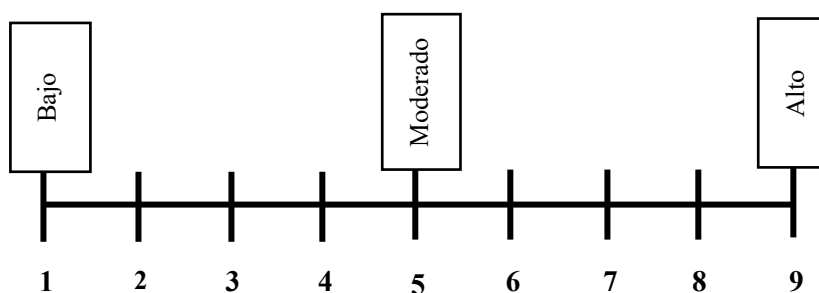
NOMBRE:FECHA.....PRUEBA N°.....

Evalúe el olor de la muestra presentada según su criterio.

1. Marque con una **x** en el recuadro correspondiente la característica del sabor de la bebida según su apreciación.

Características del Sabor	Muestra
Dulce	
Semidulce	
Insípido	
Astringente	
Fermentado	

2. De acuerdo a su respuesta, califique la intensidad con la percibe la característica del sabor, según la escala que le mostramos a continuación.



Características del Sabor	Puntaje

Comentarios:.....

FORMATO N° 4.

Prueba sensorial de **apariencia** para una bebida funcional a base de jarabe de yacón y jugo de pitahaya.

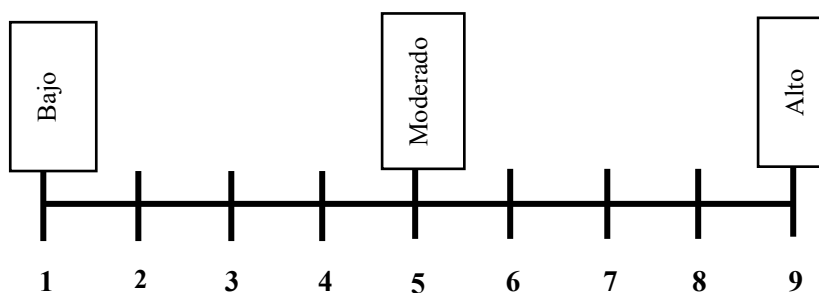
NOMBRE:FECHA.....PRUEBA N°.....

Evalúe el olor de la muestra presentada según su criterio.

1. Marque con una **x** en el recuadro correspondiente la característica de apariencia de la bebida según su apreciación.

Características del Apariencia	Muestra
Turbio	
Ligeramente Turbio	
Limpio	
Sedimentado	

2. De acuerdo a su respuesta, califique la intensidad con la percibe la característica de la apariencia, según la escala que le mostramos a continuación.



Características de Apariencia	Puntaje

Comentarios:.....

ANEXO III. Resultados de la evaluación sensorial de los Jueces.

Tabla 33.

Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°01.

Juez 01: Andrea Miñano								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (A)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	4	8	5	8	4	6	4	8
2	3	4	5	6	3	4	3	3
3	4	8	5	4	4	6	4	8
4	1	3	5	6	4	7	1	3
5	1	4	5	5	3	4	3	4
6	2	5	5	6	3	4	3	4
7	2	4	5	4	5	8	3	4
8	4	7	5	6	2	5	4	7
9	3	6	5	6	5	8	2	6

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 34.

Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°02.

Juez 02: Carlo Belupú								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (S)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	2	5	5	8	4	9	4	6
2	3	8	5	9	5	8	3	8
3	4	6	5	9	5	8	4	6
4	3	8	5	8	4	6	3	7
5	3	9	4	9	5	6	4	7
6	3	9	4	8	4	6	3	8
7	4	6	4	6	5	7	4	5
8	4	5	4	6	5	7	4	5
9	3	8	4	6	5	6	3	7

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 35.*Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°03.*

Juez 03: Adrian Senozain								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (S)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	3	8	4	5	4	7	4	7
2	2	4	4	4	5	5	2	5
3	4	8	3	5	4	8	4	8
4	2	5	3	3	5	6	2	5
5	3	6	4	4	4	3	3	6
6	3	6	3	5	4	3	3	6
7	4	7	3	5	5	5	4	7
8	4	7	3	4	5	6	4	7
9	4	7	4	5	4	6	3	8

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 36.*Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°04.*

Juez 04: Sebastian Campos								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (S)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	4	5	3	2	4	4	4	4
2	3	3	3	2	4	6	2	8
3	4	7	3	1	4	4	4	3
4	2	5	3	2	3	4	3	5
5	2	4	3	1	4	4	3	4
6	2	4	3	1	3	3	3	4
7	3	5	3	2	4	6	4	3
8	3	6	3	1	5	7	4	3
9	2	6	3	2	5	7	4	3

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 37.*Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°05.*

Juez 05: Braya Acosta								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (S)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	2	6	3	5	4	6	4	4
2	2	4	4	7	5	4	3	7
3	4	5	4	8	4	7	4	8
4	1	7	5	4	4	5	2	9
5	2	8	5	3	3	3	3	4
6	2	5	4	6	2	6	3	5
7	3	4	5	5	5	5	4	6
8	3	7	5	7	5	9	4	7
9	3	6	2	6	4	8	4	6

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 38.*Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°06.*

Juez 06: Graciela Inoñan								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (S)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	3	7	5	8	4	6	4	7
2	3	7	5	8	4	6	3	7
3	4	5	5	8	4	6	3	5
4	2	7	4	8	5	8	2	4
5	2	7	4	7	5	8	2	3
6	3	4	4	7	5	8	3	5
7	1	3	4	7	4	6	3	5
8	3	8	4	7	5	7	3	7
9	3	7	5	8	4	8	4	6

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 39.*Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°07.*

Juez 07: Flor Guerrero								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (S)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	2	9	5	9	5	9	4	9
2	2	8	5	9	5	9	3	9
3	4	9	4	8	4	9	4	7
4	2	9	5	9	4	9	3	8
5	2	9	4	8	5	9	4	7
6	2	9	4	9	5	9	4	8
7	4	9	5	8	4	9	3	7
8	2	9	4	8	4	8	4	9
9	2	9	4	8	4	9	3	7

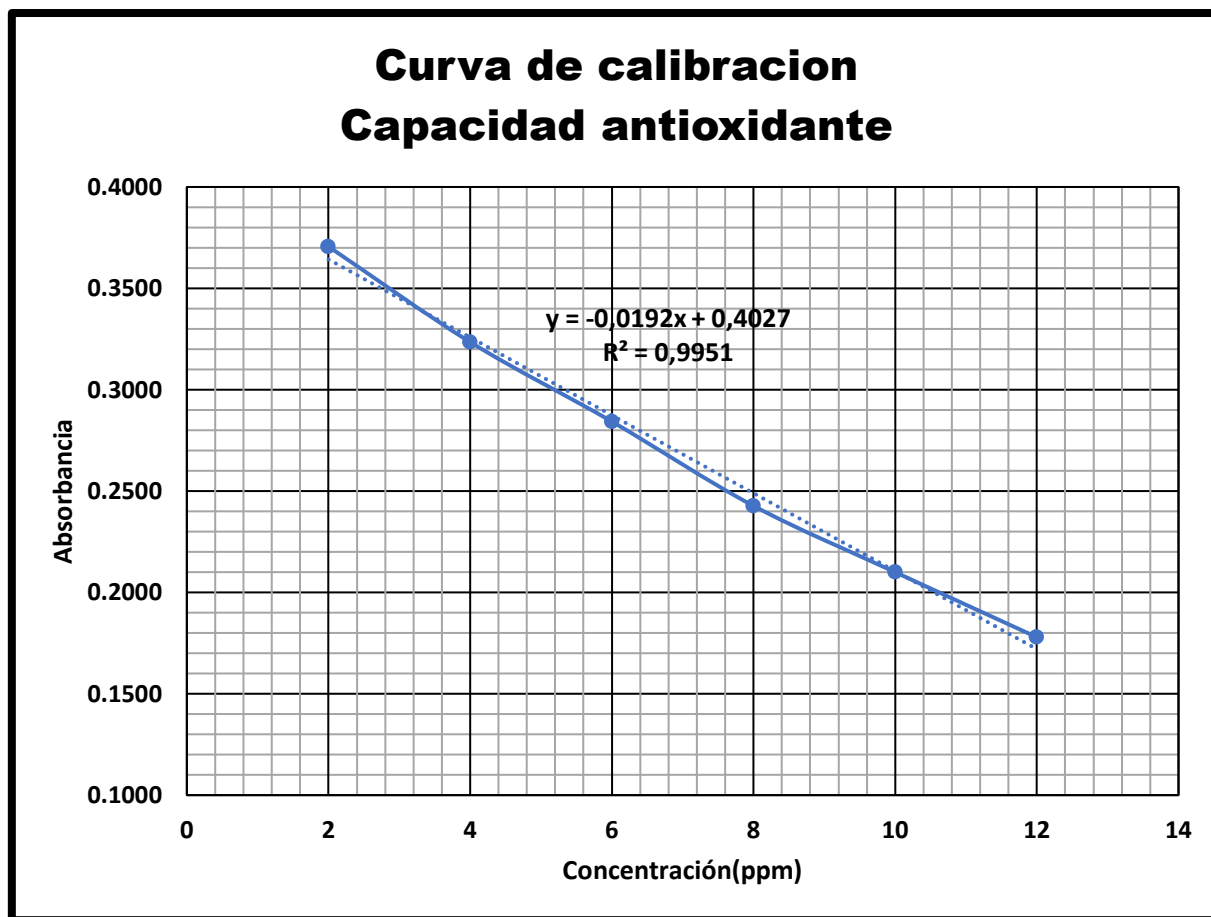
Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 40.*Resultados de la evaluación sensorial del Juez N°08.*

Juez 08: Melisa Salazar								
Muestras	Color (C)	Intensidad	Olor (O)	Intensidad	Sabor (S)	Intensidad	Apariencia (A)	Intensidad
1	4	5	4	8	2	7	3	8
2	3	6	5	9	3	8	3	9
3	4	5	4	7	3	7	4	8
4	1	6	5	7	4	8	4	7
5	3	5	5	8	4	9	4	7
6	4	6	3	6	3	7	3	6
7	2	7	4	5	3	8	4	7
8	3	9	4	7	2	8	4	8
9	4	7	5	8	4	7	3	7

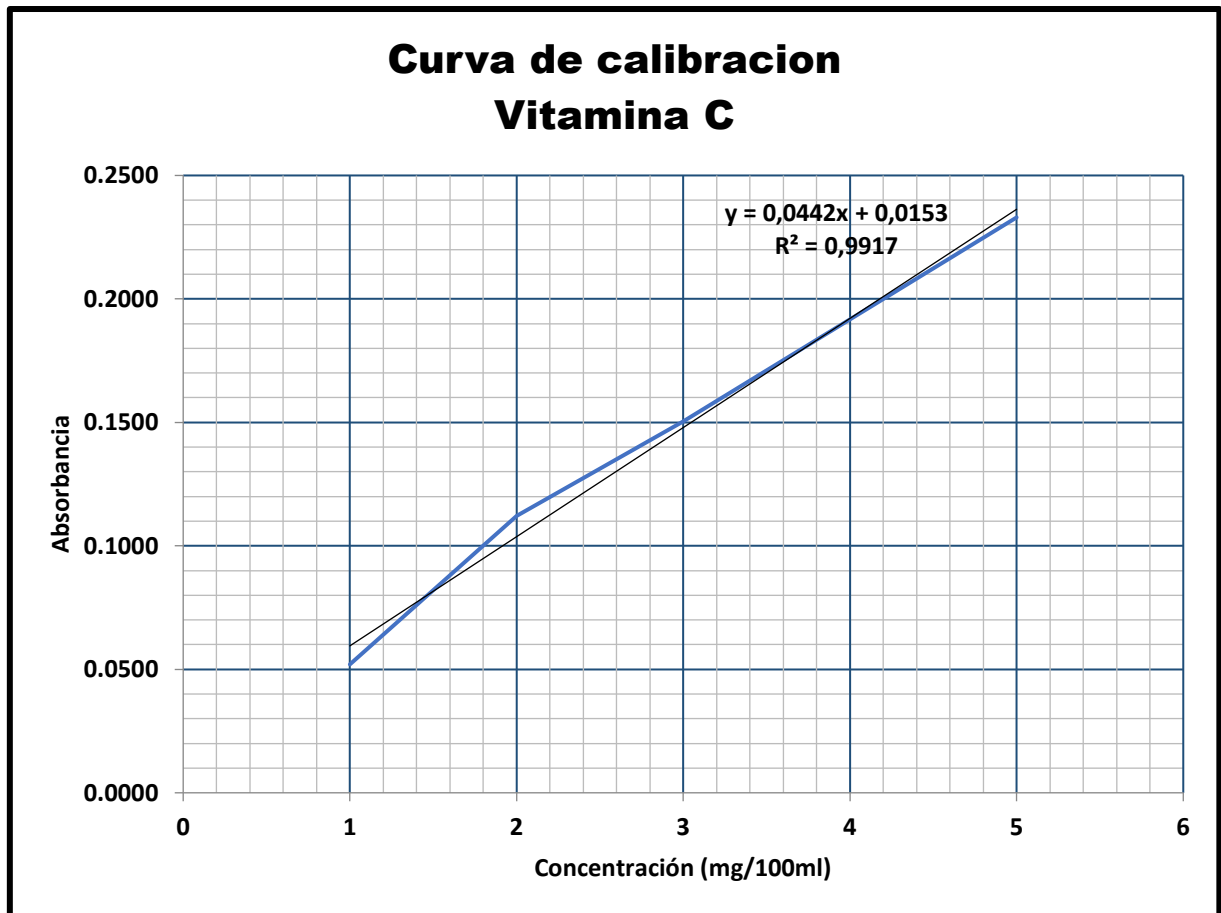
Fuente: Elaboración propia (2020).

ANEXO IV. Curva de calibración de Capacidad Antioxidante.



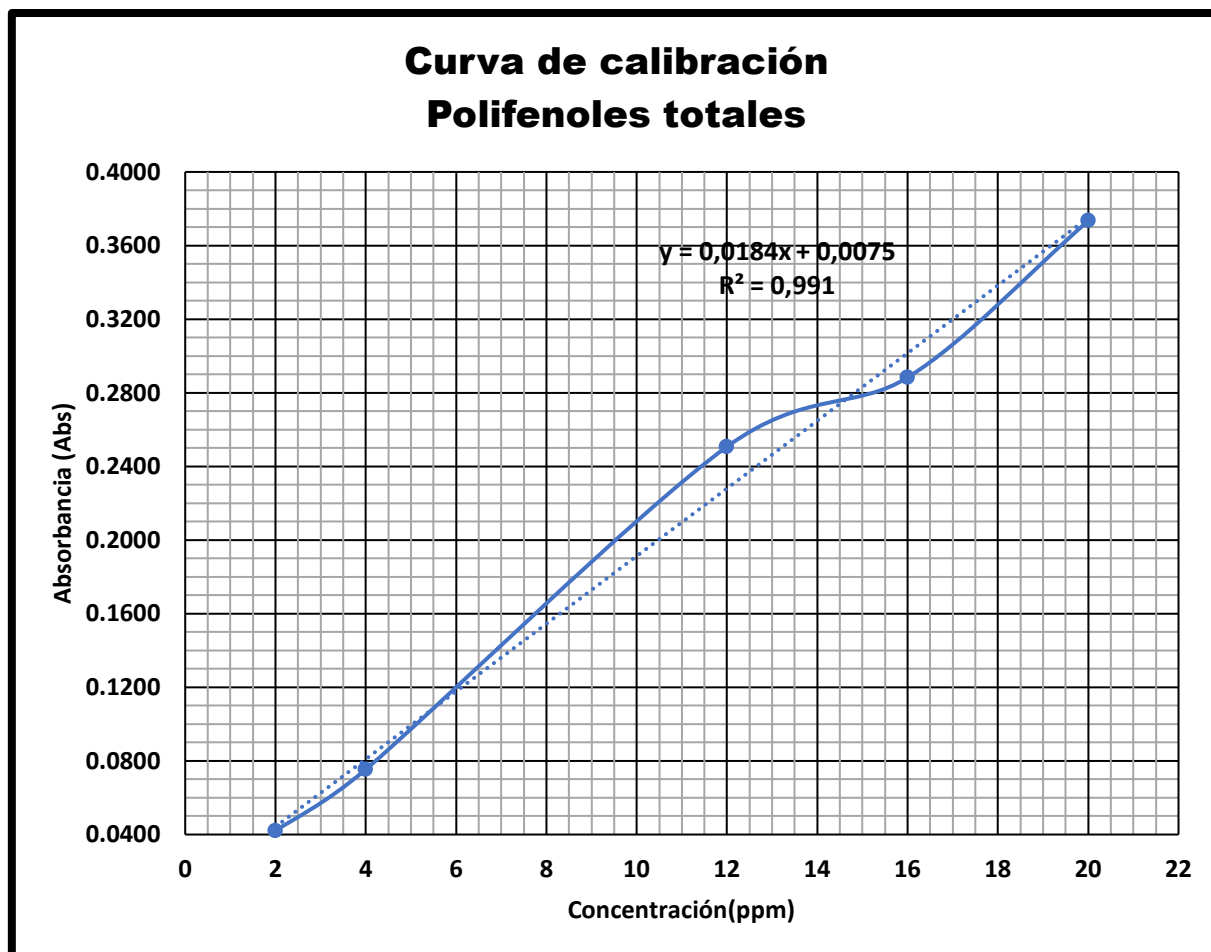
Capacidad antioxidante - Curva de calibración	
Concentración (ppm)	Abs.
2	0,3706
4	0,3235
6	0,2843
8	0,2427
10	0,2100
12	0,1779

ANEXO V. Curva de calibración de Vitamina C.



Vitamina C - Curva de calibración	
Concentración(mg/100ml)	L1-L2 (Abs)
1	0,0520
2	0,1121
3	0,1503
5	0,2330

ANEXO VI. Curva de calibración de Polifenoles Totales.



Polifenoles Totales - Curva De Calibración	
Concentración (ppm)	Abs.
2	0,0421
4	0,0754
12	0,2507
16	0,2883
20	0,3734

ANEXO VII. Determinación de pH de la bebida funcional.

Tabla 41.

Análisis pH en las 9 formulaciones.

Formulación	Muestra	pH				
		Repeticiones			Promedio	Desviación Estándar
		A1	A2	A3		
1	D1C1	4,05	4,08	4,08	4,07	±0,01
2	D2C1	4,11	4,09	4,12	4,11	±0,01
3	D3C1	4,07	4,07	4,10	4,08	±0,01
4	D1C2	4,16	4,12	4,10	4,13	±0,02
5	D2C2	4,19	4,15	4,15	4,16	±0,02
6	D3C2	4,18	4,14	4,15	4,16	±0,02
7	D1C3	4,20	4,17	4,17	4,18	±0,01
8	D2C3	4,14	4,18	4,18	4,17	±0,02
9	D3C3	4,21	4,18	4,18	4,19	±0,01

Nota: Elaboración propia (2020).

REFERENCIA:

Método AOAC, 981.12 – ISO 11289:1993. Potenciometría.

ANEXO VIII. Determinación de sólidos solubles (°Bx) de la bebida funcional.

Tabla 42.

Análisis de sólidos solubles (°Bx) en las 9 formulaciones.

Formulación	Muestra	Sólidos solubles (°Bx)				
		Repeticiones			Promedio	Desviación Estándar
		A1	A2	A3		
1	D1C1	13,00	13,00	13,50	13,17	±0,24
2	D2C1	13,50	13,50	13,50	13,50	±0,00
3	D3C1	14,00	13,00	13,00	13,33	±0,47
4	D1C2	13,00	12,50	13,50	13,00	±0,41
5	D2C2	13,00	13,00	13,00	13,00	±0,00
6	D3C2	12,50	12,50	13,00	12,67	±0,24
7	D1C3	13,00	13,50	13,50	13,33	±0,24
8	D2C3	13,00	14,00	13,00	13,33	±0,47
9	D3C3	13,00	13,50	13,00	13,17	±0,24

Nota: Elaboración propia (2020).

REFERENCIA:

Método AOAC, 932.12 – ISO 2173:1978. Refractometría.

ANEXO IX. Determinación de acidez (% ac. Cítrico) de la bebida funcional.

Tabla 43.

Análisis de acidez (% Ac. Cítrico) en las 9 formulaciones.

Formulación	Muestra	Acidez (% ac. cítrico)				
		Repeticiones			Promedio	Desviación Estándar
		A1	A2	A3		
1	D1C1	0,4608	0,4096	0,4608	0,4437	±0,0241
2	D2C1	0,4096	0,4096	0,3840	0,4011	±0,0121
3	D3C1	0,3840	0,3584	0,3584	0,3669	±0,0121
4	D1C2	0,4096	0,4352	0,4352	0,4267	±0,0121
5	D2C2	0,3840	0,4096	0,3840	0,3925	±0,0121
6	D3C2	0,3584	0,3328	0,3328	0,3413	±0,0121
7	D1C3	0,4096	0,3840	0,4096	0,4011	±0,0121
8	D2C3	0,3840	0,3584	0,3840	0,3755	±0,0121
9	D3C3	0,3840	0,3328	0,3328	0,3499	±0,0241

Nota: Elaboración propia (2020).

REFERENCIA:

Método AOAC, 942.15. Titulometría.

ANEXO X. Imágenes

10.1. Panel De Jueces



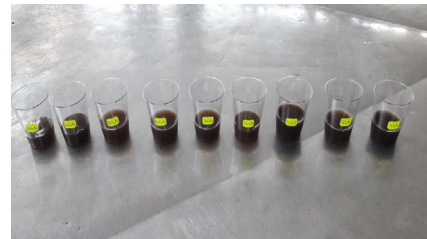
Caracterización sensorial de la bebida



Caracterización sensorial de la bebida



Caracterización sensorial de la bebida



Muestras de la bebida en estudio

10.2. Materia Prima

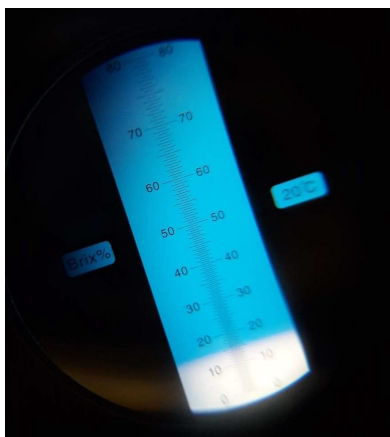


Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)



Pitahaya (*Hylocereus ocamponis*)

10.3. Análisis de Materia Prima



Medición de Sólidos solubles (°Bx)




Medición de Acidez




Medición de pH

10.4. Análisis Microbiológico



**LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE ALIMENTOS Nº 082

I. DATOS DE SOLICITANTE:

- Teylu Iman Torres
- Jeelmy Jhordan Zapata Chavez

II. PROYECTO :
"Formulación y obtención de una bebida funcional a base de jarabe de yacon (*Smallanthus
sconthifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamposis*) "

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Bebida funcional a base de jarabe de yacon y jugo de pitahaya
Forma de presentación	: Botella hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Vidrio
Código	: D3C3A3
Procedencia	: Chiclayo
Fecha de producción	: Setiembre 2019
Llegada al laboratorio	: 12-09-19
Fecha de análisis	: 12-09-19

IV. TIPO DE ANALISIS
MICROBIOLÓGICO


V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

• Mohos	(ufc/ml)	: 0 ufc/ml
• Levaduras	(ufc/ml)	: 0 ufc/ml
• Coliformes totales	(ufc/ml)	: <1.1 ufc/ml
• Aerobios mesófilos	(ufc/ml)	: 40 ufc/ml

VII. CONCLUSIONES
La muestra cumple con los requisitos del Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)



Lambayeque, Setiembre del 2019

Correo: microservilab@hotmail.com

Cel: 949019545



I. DATOS DE SOLICITANTE:

- Teylu Iman Torres
- Jeelmy Jhordan Zapata Chavez

II. PROYECTO :

"Formulacion y obtención de una bebida funcional a base de jarabe de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocampensis*) "

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Bebida funcional a base de jarabe de yacon y jugo de pitahaya
 Forma de presentación : Botella hermética
 Estado del envase : Bueno
 Naturaleza del envase : Vidrio
 Código : D1C1A2
 Procedencia : Chiclayo
 Fecha de producción : Setiembre 2019
 Llegada al laboratorio : 12-09-19
 Fecha de análisis : 12-09-19

IV. TIPO DE ANALISIS
 MICROBIOLOGICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

- | | | |
|----------------------|----------|---------------|
| • Mohos | (ufc/ml) | : 0 ufc/ml |
| • Levaduras | (ufc/ml) | : 0 ufc/ml |
| • Coliformes totales | (ufc/ml) | : <1.1 ufc/ml |
| • Aerobios mesofilos | (ufc/ml) | : 20 ufc/ml |

VII. CONCLUSIONES

La muestra cumple con los requisitos del Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

LABORATORIO DE ANALISIS
 FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
 "MICROSERVILAB"
 Big. Fernando G. Chalehuaj Cepeda,
 Gerente General

Lambayeque, Setiembre del 2019