

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Tesis

“POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL OBTENIDA A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO BLANCO (*Heliocarpus americanus* L.) Y CHÍA (*Salvia hispanica* L.) EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni)”

TESISTAS: LENIN MHANFRE CALDERÓN RAMOS

DORIS BIANCA CALDERÓN RAMOS

ASESOR: Dr. ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

La tesis lo dedicamos a Dios por permitirnos cumplir nuestras metas, a nuestros padres porque siempre están con nosotros apoyándonos en todo momento. El campo de los alimentos funcionales es un mundo apasionante donde la persona que no se actualiza constantemente se queda en el siglo pasado.

A nuestros padres y hermanos, por el apoyo incondicional que nos han entregado durante toda nuestra vida y por la paciencia que tuvieron durante el transcurso de la carrera. Gracias por darnos esta oportunidad de poder retribuirles todo lo intangible que me han dado, con este título universitario.

A nuestros compañeros, amigos del presente y pasad quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante este cinco años estuvieron a nuestro lado apoyándonos y lograron que nuestro sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, por acogernos en sus aulas y brindarnos a la formación profesional.

A nuestros familiares, amigos y a todas las personas que han contribuido en el presente trabajo de investigación.

Al Dr Ángel David Natividad Bardales por el apoyo incondicional, en el asesoramiento del presente trabajo.

A toda la plana de catedráticos de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial con gratitud y reconocimiento imperecedero por sus enseñanzas y orientaciones durante mi permanencia en las aulas universitarias.

RESUMEN

Las bebidas son el segundo grupo entre los alimentos con mayor crecimiento, el mayor número de lanzamientos en bebidas a nivel mundial, corresponde a las bebidas funcionales. La investigación busco determinar el contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de huampo (*Heliocarpus americanus* L.) y chía (*Salvia hispanica* L.) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*). Se extrajo el gel mucilaginoso de las cortezas de huampo, luego se evaluó concentraciones de 10, 20, 30 y 40 % en la obtención de bebida funcional, la concentración más adecuada se utilizó con la adición de concentraciones de 0,4; 0,6; 0,8 y 1,0 % de semillas de chía para la obtención de la bebida funcional final. La óptima combinación resultó: gel mucilaginoso de la corteza de huampo en un 20 % con semillas de chía de 0,6%; stevia 0,08 %; ácido cítrico 0,02 % y agua hasta completar el 100 %, lográndose obtener una bebida con buenas características sensoriales. Las características reológicas de la bebida funcional óptima corresponden a un fluido no newtoniano, fluido pseudo plástico con un índice de consistencia $k = 3,316$ y un índice de flujo $n = 0,392$. La bebida óptima obtenida destaca en sus contenidos significativos de proteína en 1,49 %; de fibra en 3,03 %, carbohidratos 1,79 % el contenido de polifenoles y actividad antioxidante Actividad antioxidante por DPPH de 39,10 mg TE/mL (154,75 mmol/mL) y por ABTS de 41,37 mg TE/mL (162,35 mmol/mL) atribuible a la presencia de los polifenoles totales 86,62 ug AGE/mL, que permiten inferir que la bebida es funcional y que por lo tanto ofrecen beneficios para la salud y el autocuidado.

Palabras claves: propiedades bioactivas, reología, hábitos alimenticios.

SUMMARY

Drinks are the second group among the fastest growing foods, the largest number of launches in beverages worldwide, corresponds to functional drinks. The research sought to determine the total polyphenol content and antioxidant activity in a functional beverage obtained from the huampo bark (*Heliocarpus americanus* L.) and chia (*Salvia hispanica* L.) sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana*) mucilage. The mucilaginous gel was extracted from the huampo rinds, then concentrations of 10, 20, 30 and 40% were evaluated in obtaining functional drink, the most appropriate concentration was used with the addition of concentrations of 0.4; 0.6; 0.8 and 1.0% of chia seeds to obtain the final functional drink. The optimal combination was: 20% mucilaginous gel of the huampo bark with 0.6% chia seeds; 0.08% stevia; 0.02% citric acid and water to complete 100%, obtaining a drink with good sensory characteristics. The rheological characteristics of the optimal functional beverage correspond to a non-Newtonian fluid, a pseudo plastic fluid with a consistency index $k = 3,316$ and a flow rate $n = 0.392$. The optimal drink obtained stands out in its significant protein contents in 1.49%; fiber in 3.03%, carbohydrates 1.79% polyphenol content and antioxidant activity Antioxidant activity by DPPH of 39.10 mg TE / mL (154.75 mmol / mL) and by ABTS of 41.37 mg TE / mL (162.35 mmol / mL) attributable to the presence of total polyphenols 86.62 ug AGE / mL, which allow to infer that the drink is functional and therefore offer health benefits and self-care.

Keywords: bioactive properties, rheology, eating habits.

ÍNDICE

	Pág
RESUMEN	
SUMMARY	
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1.1. Huampo blanco (<i>Heliocarpus americanus</i> L)	12
2.1.2. Chía (<i>Salvia hispánica</i> L.)	14
2.1.3. Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i>)	17
2.1.4. Propiedades reológicas	19
2.1.5. Bebida funcional	26
2.2. ANTECEDENTES	27
2.3. HIPÓTESIS	30
2.3.1. Hipótesis general	30
2.3.2. Hipótesis específica	30
2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	33
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	33
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	33
3.3.1. Población	33
3.3.2. Muestra	34
3.3.3. Unidad de análisis	35
3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	36
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	36
3.5.1. Diseño de la investigación	37
3.5.2. Datos a registrar	37
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.	38
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	39
3.6.1. Materiales biológicos	39
3.6.2. Materiales	39

3.6.3.	Equipos	40
3.7.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.7.1.	Obtención de mucílago de la corteza de huampo blanco	41
3.7.2.	Caracterización física y determinación de polifenoles totales y capacidad antioxidante del mucílago de la corteza de huampo blanco	42
3.7.3.	Evaluación reológica y sensorial de la concentración del mucílago de la corteza de huampo y de la concentración de semillas de chía en la obtención de la bebida funcional	43
3.7.4.	Caracterización fisicoquímica y determinación de polifenoles totales y capacidad antioxidante a la bebida funcional óptima de mucílago de huampo y chía edulcorado con stevia	45
IV.	IV. RESULTADOS	47
4.1.	OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO BLANCO	47
4.2.	EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CHÍA Y EDULCORADA CON STEVIA.	48
4.2.1.	Evaluación sensorial	48
4.2.2.	Evaluación reológica	50
4.3.	EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CHIA EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO Y EDULCORADA CON STEVIA.	52
4.3.1.	Evaluación sensorial	52
4.3.2.	Evaluación reológica	54
4.4.	CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A LA BEBIDA FUNCIONAL ÓPTIMA DE MUCÍLAGO DE HUAMPO Y CHÍA EDULCORADO CON STEVIA	56

V.	DISCUSIÓN	58
5.1.	DE LA OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO BLANCO	58
5.2.	DE LA EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CHÍA Y EDULCORADA CON STEVIA	59
5.3.	DE LA EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CHIA EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO Y EDULCORADA CON STEVIA	60
5.4.	DE LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A LA BEBIDA FUNCIONAL ÓPTIMA DE MUCÍLAGO DE HUAMPO Y CHÍA EDULCORADO CON STEVIA	63
VI.	CONCLUSIONES	64
VII.	RECOMENDACIONES	65
	ANEXO	66

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el aumento de la población y la aparición de diversas enfermedades derivadas de la inadecuada alimentación conllevan a los consumidores a la búsqueda de alimentos inocuos, naturales, nutritivos, que cuiden la salud del consumidor. La Amazonía peruana es una de las zonas del planeta con mayor diversidad vegetal, en las cuales menos del 1% han sido estudiadas desde el punto de vista fitoquímico o farmacológico, por lo tanto se requiere de estudios que conduzcan al descubrimiento de una gran número de nuevas moléculas bioactivas con posible aplicación terapéutica (Bourdy, Valadeau y Albán, 2008). Asimismo, el Perú es uno de los 12 países más megadiversos del mundo en sus diferentes nichos ecológicos, ofrece una amplia gama flora y fauna, además posee una cultura muy antigua con respecto al uso de las plantas medicinales (Missouri Botanical Garden – MBG, 2009).

El *Heliocarpus americanus* es conocido en la Amazonía del Perú como “huampo blanco”, “topa”, “balso blanco” o “palo de goma”, es un árbol que crece en gran parte de la selva de nuestro país. El huampo blanco es especialmente valorado porque el hervido de su corteza provee de un gel que, para comunidades nativas, es curativo de diversas afecciones. Sin embargo, también éste gel puede ser utilizado como alimento (Mater Iniciativa, 2014). La corteza del huampo, debido a su capacidad para generar gran cantidad de solución mucilaginoso, es también usada en la medicina tradicional, es usual en los pobladores de la selva consumir este hidrocoloide, diluido en agua, en forma de bebidas atribuyéndole beneficios para la salud, como ejemplo alivia dolores producidas por picaduras, acelera el trabajo de parto actividad citotóxica de plantas medicinales usadas por el grupo étnico boliviano tacana; sin embargo, son muy escaso los reportes publicados de su uso en bebidas funcionales.

Otro cultivo interesante es la chía (*Salvia hispanica* L.) que ha suscitado un creciente interés debido al descubrimiento de múltiples usos y propiedades. Su revalorización se basa en la cantidad de grasa, fibra y proteína de gran

valor nutritivo, para ser usada en la industria alimentaria (Vásquez-Ovando *et al*; 2007). La semilla de chía se destaca por poseer entre 29 y 32% de aceite en su semilla, siendo principalmente ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) del tipo omega 3 y 6 (Ayerza y Coates 2004, Dweck 2005, Bueno *et al*; 2010). De acuerdo a Beltrán-Orozco *et al*. (2005), la chía es la fuente vegetal con mayor contenido de ácidos grasos α -linolénico del tipo omega 3 conocida hasta hoy. Esta composición química sitúa a la semilla de chía como un alimento importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Valenzuela *et al*; 2011).

En base a lo anterior, utilizar el huampo y la chía en la agroindustria podría representar potencialmente la obtención de alimentos con grandes propiedades funcionales. De aquí, que la obtención de una bebida funcional a partir de estos dos recursos despierta el interés de la presente investigación.

Por otro lado, la stevia es edulcorante natural, con menor aporte calórico en comparación a la sacarosa de uso común, actualmente es una alternativa saludable y económica en el sector agroindustrial (Zanon, 2000). La stevia sin refinar contiene más de 100 elementos y aceites volátiles identificados que pueden ser de gran ayuda para aquellas personas que deben disminuir o controlar su ingesta de azúcares, como es el caso de los diabéticos; así mismo, podría ayudar a individuos que padecen obesidad, a equilibrar o disminuir su ingesta calórica facilitando la pérdida de peso. En tal sentido, con la investigación planteamos obtener una bebida funcional a base del extracto mucilaginoso de huampo blanco y semillas de chia edulcorada con stevia. Bebida que no solo busca darle un valor agregado a estos dos recursos agroindustriales sino de contribuir con la salud de los consumidores.

La importancia del trabajo de investigación se centra entonces en que la bebida obtenida a base del extracto mucilaginoso de huampo blanco y chía edulcorada con stevia, contribuirá a dar valor agregado a las materias primas en estudio, así mismo a la escasa industrialización del huampo blanco, impulsando el desarrollo agroindustrial de las zonas rurales de la sierra y selva de la región Huánuco, asimismo el huampo blanco ha sido poco estudiado, aun cuando este es ampliamente usado en la industria panelera, los estudios

existentes hasta la fecha están centrados en su botánica, sistemas para su propagación, y análisis de compuestos funcionales, por lo cual la investigación proveerá información sobre el tema y potencialidad de ser usado en la industria alimentaria. Finalmente, la investigación proporcionará mayor información en cuanto a los parámetros óptimos tecnológicos para la elaboración de una bebida a base del extracto mucilaginoso del huampo blanco y de la chía edulcorado con stevia, siendo de gran importancia sus propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida de los consumidores.

La metodología de la presente investigación se basa en el aporte de conocimientos técnicos y científicos, que permitirán difundir el consumo de esta bebida funcional, una alternativa beneficiosa para la salud con respecto a las bebidas tradicionales y tuvo como objetivos:

Objetivo general

- Determinar el contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de huampo blanco (*Heliocarpus americanus* L.) y chía (*Salvia hispanica* L.) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*).

Objetivos específicos

- Evaluar sensorial y reológicamente la proporción adecuada del extracto mucilaginoso de huampo blanco y chía para la obtención de una bebida funcional edulcorado con stevia.
- Determinar las características fisicoquímicas, el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la bebida funcional óptima, obtenida a base extracto mucilaginoso de huampo blanco y chía edulcorado con stevia.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Huampo blanco (*Heliocarpus americanus* L)

Heliocarpus americanus L, es un género botánico de fanerógamas perteneciente a la familia *Tiliaceae*, con 43 especies originarias de Centro América y distribuidas desde México hasta Paraguay. La mayoría de las especies son árboles y arbustos adaptables a diferentes condiciones, se encuentra tanto en zonas bajas y calientes, como en regiones templadas y frías de las montañas (Vásquez *et al.* 2007).

2.1.1.1. Descripción taxonómica

El nombre *Heliocarpus* deriva del griego, significa sol, porque sus frutos en formas de panículos densos, parecen un sol con sus rayitos lanosos o una pequeña custodia de forma radiada (Valverde y Rincón 2008).

- Forma: Árbol de 5 a 20 metros de altura, y de 10 a 50 centímetros de diámetro.
- Copa: Diámetro normal es 8 metros.
- Hojas: simples y alternas, trilobuladas, con bordes dentados y base cordada o truncada, aminas foliares con glándulas en los bordes, nerviación palmeada, espículas lanceoladas y deciduas peciolo de 4 a 10 cm de largo.
- Tronco: ramas, ramitas terminales pubescentes, madera rosada blanda y liviana. savia en la corteza mucilaginosa que oxida a ferruginoso intenso.
- Flores: en racimos terminales de color verdosas con estambres blancos, limbo lobulado, bordes dentados, bulos acuminado, peciolo y limbo de 14 cm. de largo por 14,5 cm de ancho.

En la descripción macroscópica de la madera, es de color blancuzco, amarillo a grisáceo claro, castaño claro a oscuro, sin diferenciación entre albura y

duramen, líneas vasculares visibles a simple vista, lustre alto, olor y sabor ausentes, muy liviana y blanda, textura gruesa (Valverde y Rincón, 2008).

La familia *Tiliaceae*, consiste en 46 géneros con 680 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales. Del género *Heliocarpus* se sabe que son árboles frecuentes en crecimientos secundarios. La especie *Heliocarpus americanus* Kunth, es conocida como Balso Blanco, son árboles medianos con ramillas ferruginosas, hojas simples, alternas, cordadas u ovadas, a veces trilobuladas; inflorescencias paniculadas terminales; flores pequeñas, verdosas, tetrámeras; fruto muy particular de forma elipsoide y aplanado, con numerosas espinitas delgadas en la margen parecida a pestañas, de color rosado cuando inmaduro, café al madurar. Propia de crecimientos secundarios y bordes de caminos, de rápido crecimiento y fácil propagación, produce abundantes semillas dispersadas por el viento y por agua (Vargas 2002).

Según Itis (2017), la clasificación taxonómica para el huampo es la siguiente:

Reino	:	<i>Plantae</i>
Filo	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	:	<i>Malvales</i>
Familia	:	<i>Malvaceae</i>
Género	:	<i>Heliocarpus</i> L.
Especie	:	<i>Heliocarpus americanus</i> L.

2.1.1.2. Usos

Vargas (2002) reporta los siguientes usos del huampo blanco:

- La corteza tiene un mucílago que sirve para aclarar el jugo de caña en los trapiches.
- La corteza que puede desprenderse en largas tiras, se usa para amarrar paquetes y vigas de construcción.
- Proceso de elaboración de panela y en tejido de cordeles.
- Las hojas alivia dolores producidas por picaduras

- Las hojas aceleran el trabajo de parto actividad citotóxica de plantas medicinales usadas por el grupo étnico boliviano tacana.

2.1.2. Chía (*Salvia hispánica* L.)

La chía (*Salvia hispánica* L.) es una planta herbácea anual que se cultiva en climas tropicales y subtropicales, presentada en la figura 5, sin grandes requerimientos de agua (Cahill, 2003). De la familia de las lamiadas, herbácea, anual, de 1 a 1,50 metros de altura, tallos cuadrangulares, acanalados, vellosos; hojas opuestas, pecioladas, aserradas y flores reunidas en espigas auxiliares o terminales. Cada fruto lleva cuatro semillas muy pequeñas en forma oval, lisas, brillantes, de color grisáceo con manchas rojizas. En la mayor parte de las variedades las flores son azules, pero en la llamada chía blanca, las flores, así como las semillas son blancas.

Se cultiva para la producción de semilla de la que se obtienen hasta 3000 kg/ha. Se emplea para preparar bebidas refrescantes. Contiene fécula mucílago y aceite, este en una proporción del 30 al 35% (Tosto, 2009).

2.1.2.1. Descripción taxonómica

La Chía, *Salvia hispánica* conocida con los nombres comunes de: Chía, *Salvia*, se encuentra clasificada taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino	:	Vegetal o <i>Plantae</i>
División	:	<i>Magnoliophyta o Angiospermae</i>
Clase	:	<i>Magnoliopsida o Dicotyledoneae</i>
Sub Clase	:	<i>Asteridae</i>
Orden	:	<i>Lamiales</i>
Familia	:	<i>Lamiaceae</i>
Género	:	<i>Salvia</i>
Especie	:	<i>Salvia hispanica</i>

Fuente: Gutiérrez (2004)

Planta herbácea de aproximadamente 1 metro de altura. Es una planta anual que florea de Julio a Agosto, sus flores son hermafroditas (posee ambos órganos femeninos y masculinos), la planta prefiere suelos ligeros como arenosos, pero con drenaje medio, la planta puede crecer en suelos ácidos, neutros y hasta alcalinos, pero que sean fértiles, pero no puede crecer en sombra. Estas plantas no son muy tolerantes al frío (Gutiérrez, 2004).

2.1.2.2. Composición fisicoquímica de las semillas de chía y propiedades funcionales

Aunque las semillas de chía son relevantes por el contenido de ácidos grasos omega 3, también contienen cantidad de otros componentes relevantes para la nutrición humana. El aceite de Chía se caracteriza por ser una excelente fuente vegetal del ácido graso esencial linolénico (OMEGA 3) C18:3 W3, cuyo porcentaje es del orden del 60% supera al aceite de semilla de linaza y aceite de semilla de cáñamo que tienen porcentajes de ácido linolénico de 45 y 15% respectivamente. Si se considera que el requerimiento diario de ácido linolénico esencial se calcula para individuos normales en un 0,5% de las calorías totales (2000 Kcal), puede estimarse de la composición determinada en este análisis que el consumo de 5 gramos de semilla por día cumple con el requerimiento diario de este ácido graso esencial (Universidad de Chile, 2006). En la Tabla 1, se puede apreciar el análisis proximal (%) de la Chía (*Salvia hispánica*).

Tabla 1. Análisis proximal (%) de la chía (*Salvia hispánica*)

Componente	%
Humedad	6,80
Proteínas (N*6,25)	17,90
Lípidos	27,30
Carbohidratos disponibles	8,90
Cenizas	4,50
Fibra (Por diferencia)	34,60

Fuente: Universidad de Chile (2006)

La chía posee entre el 19 % y el 23 % de proteínas, nivel que resulta más alto que el contenido en cereales tradicionales como el trigo con (13,7 %), el maíz (9,4 %) o el arroz (6,5 %), además a diferencia de estos cereales tradicionales, las semillas de chía no contienen gluten por lo que es recomendada para pacientes celíacos. Estas semillas también son buena fuente de vitaminas del complejo B, además de vitamina A. Son excelentes aportadoras de minerales entre los que destacan el calcio, el fósforo, el magnesio, el potasio, el hierro, el zinc y el cobre (Ayerza y Coates, 2006).

Actualmente ha alcanzado gran importancia económica. La semilla representa la fuente vegetal con más alta concentración de omega 3. Es el cultivo con mayor porcentaje de AGE (Ácidos Grasos Esenciales) al tener el 82% de sus lípidos con dicha característica. Posee un 33 % de aceites, de los cuales el ácido linolénico (omega 3) representa el 62 % y el linoleico (omega 6) el 20 %. Posee además entre 19 % y 23 % de proteínas, que a diferencia de aquellas de granos de cereales tradicionales (avena, trigo, cebada, centeno), no tienen gluten, lo cual lo hace un alimento apto para celíacos; se ha demostrado que los aminoácidos presentes en la semilla no tienen factores limitantes en una dieta para adultos, por lo que puede ser incorporada en las dietas humanas o mezclada con otros granos con el fin de producir una fuente equilibrada de proteínas. Es también una buena fuente de vitaminas B, calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre. Posee compuestos antioxidantes siendo una fuente de ácidos grasos omega-3 muy estable, dado que permite su conservación durante largos períodos y también aporta una alta proporción de fibra, tanto soluble como insoluble, que permiten incluirla en dietas hipocalóricas. Además, al ser un alimento de origen vegetal, no contiene colesterol (Ayerza y Coates, 2006).

La chía es conocida principalmente como una importante fuente de ácidos grasos esenciales ω -3, además aporta elevados niveles de fibra dietética, compuestos fenólicos, proteínas, minerales y vitaminas liposolubles como A, D, E y K (Capitani, 2013).

2.1.3. Stevia (*Stevia rebaudiana*)

Esta planta es originaria de Paraguay y descubierta en 1887: fue descrita y clasificada en 1889 por el botánico suizo Moisés Santiago Bertoni (1857-1929), citado por Cedano, Jaimes y Rivas (2012) momento a partir del cual recibió el nombre científico de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Los indios guaraníes ya la utilizaban desde tiempos precolombinos, endulzando sus comidas y bebidas, la llamaron "fu 'a-hée", que significa "hierba dulce". Existen más de 300 variedades de Stevia en la selva Paraguayo-Brasileira, pero la *Stevia rebaudiana* Bertoni es la única con propiedades endulzantes gracias a su principio activo, denominado "esteviósido" descrito en 1921 por la Unión Internacional de Química (Cedano, Jaimes y Rivas, 2012). La Stevia es valorada en diferentes países y el mundo, debido a que a su composición contiene un glucósido bajo en calorías llamado steviosida cuyo poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña. Han llamado la atención de los consumidores que demandan cada vez más edulcorantes bajos en azúcar. Debido a que la estevia tiene un efecto insignificante en la glucosa en sangre, es atractivo para las personas con dietas bajas en carbohidratos. La stevia se compone de Steviosida y el Rebaudiósido A, el primero es el que posee ese leve toque amargo y el segundo es el que lleva el dulzor sin propiedades para la salud. (Gilabert y Encinas, 2014).

2.1.3.1. Descripción taxonómica de la stevia

La Stevia pertenece a la familia Asteraceae es una planta herbácea perenne, tallo erecto, subleñoso, pubescente; durante su desarrollo inicial no posee ramificaciones, tomándose multicaule después del primer ciclo vegetativo, llegando a producir hasta 20 tallos en tres a cuatro años; puede alcanzar hasta 90 cm de altura en su hábitat natural y en los trópicos puede llegar a tener alturas superiores a 100 cm (Jaramillo 2009), contiene extractos hasta 300 veces más dulce que el azúcar, stevia ha captado la atención con la subida de la demanda del carbohidrato bajo, alternativas de poca azúcar de alimentos. La investigación médica también ha mostrado las ventajas posibles de stevia en el trato de la obesidad y la hipertensión. Como la stevia tiene un efecto

insignificante sobre la glucosa de sangre, esto es atractivo como un edulcorante natural para las personas que quieren mantener dietas controladas por carbohidrato.

Según Zanon (2000) la clasificación científica de la stevia (*Stevia rebaudiana*) es:

Reino	: <i>Plantae</i>
Subreino	: <i>Tracheobionta</i>
División	: <i>Magnoliophyta</i>
Clase	: <i>Magnoliopsida</i>
Subclase	: <i>Asteridae</i>
Orden	: <i>Asterales</i>
Familia	: <i>Asteraceae</i>
Subfamilia	: <i>Asteroidea</i>
Género	: <i>Stevia</i>
Especie	: <i>Rebaudiana</i>
Nombre científico	: <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni
Nombres comunes	: Hoja dulce de Paraguay, <i>hee de kaa</i> , <i>ca un yupi</i> , <i>Azucacaa</i> , <i>Eiracaa</i> , <i>capim doce</i> , <i>herba doce</i> y <i>stevia</i> .

2.1.3.2. Composición química de hojas de stevia

En la Tabla 2, se presenta la composición química de la stevia; Asimismo, en el Tabla 3, se describe la composición química de los glucósidos dulces de la hoja de stevia.

Tabla 2. Composición proximal de las hojas de stevia

Composición	Porcentaje
Proteína	20.42 ± 0.57
Grasas	4.34 ± 0.02
Carbohidratos	35.20 ± 1.26
Fibra	26.88 ± 0.55
Cenizas	13.12 ± 0.31

Fuente: Manish y Rema (2006)

Tabla 3. Composición química de los glucósidos dulces de la stevia.

Glucósidos	Contenido en % de las hojas en peso seco		
	Gardana <i>et al.</i> (2003)	Goyal <i>et al.</i> (2010)	Kinghorn y Soejarto (1985)
Esteviosido	5,8 ± 1,3	9,1	5-10
Rebaudiósido A	1,8 ± 0,2	3,8	2-4
Rebaudiósido C	1,3 ± 0,4	0,6	1-2
Dulcósido	ND	0,3	0,4-0,7

Fuente: Manish y Rema (2006)

2.1.4. Propiedades reológicas

Según Pierce, (1982), las propiedades reológicas de un fluido forman parte de los criterios esenciales en el desarrollo de productos en el ámbito industrial. Frecuentemente, ellas determinan las propiedades funcionales de algunas sustancias e intervienen durante el control de calidad, los tratamientos (comportamiento mecánico), el diseño de operaciones básicas como bombeo, mezclado y envasado, almacenamiento y estabilidad física, e incluso en el momento del consumo (textura).

Las propiedades reológicas se definen a partir de la relación existente entre fuerza o sistema de fuerzas externas y su respuesta, ya sea como deformación o flujo. Todo fluido se va a deformar en mayor o menor medida al someterse a un sistema de fuerzas externas (Figura 1). Dicho sistema de fuerzas se representa matemáticamente mediante el esfuerzo cortante o velocidad de flujo de cantidad de movimiento (τ), mientras que la respuesta dinámica del fluido se cuantifica mediante la velocidad o tasa de deformación o de cizallamiento (γ).

2.2.4.1 Esfuerzo de corte (τ)

Woyzechowsky, (2002). Se le suele llamar: Tensión tangencial, Tensión de cizalla, Tensión de corte, Fuerza superficial, Shear Stress (en inglés). Se define el esfuerzo de corte (τ), como la fuerza por unidad de área necesaria para alcanzar una deformación dada. La unidad de esta magnitud más comúnmente utilizada es el Pascal (Pa).

$$\tau = \frac{F}{A} [Pa]$$

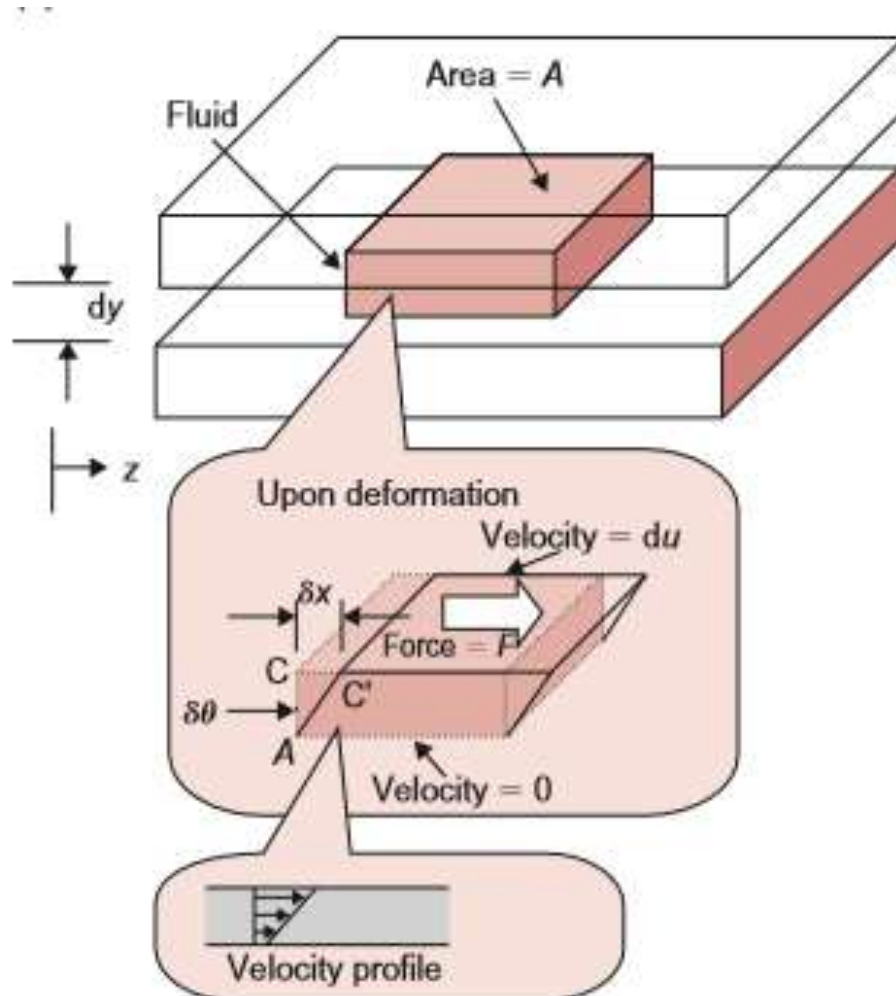


Figura 1. Un fluido encerrado entre dos placas.

Fuente: Sing y Heldman (2014)

2.1.4.2 Velocidad de deformación (γ)

La velocidad de deformación (γ) se define como el gradiente (velocidad espacial de cambio) del perfil de velocidades. La velocidad de corte es igual a, la diferencia de velocidades en un determinado espacio (Woyzechowsky, 2002). Tiene como unidad el inverso del tiempo, donde el más comúnmente usado es el s^{-1} . Como se muestra en la Figura 1, la velocidad de corte se

incrementa a medida que la velocidad de la placa superior aumenta y la distancia entre las placas se hace más pequeña (Sing y Heldman, 2014).

$$\gamma = \frac{du}{dy} [s^{-1}]$$

2.1.4.3 Viscosidad

La viscosidad se utiliza como un indicador cuantitativo de calidad en la industria de los aceites, la petroquímica, de los alimentos, la farmacéutica, la textil, de las pinturas, entre otras. Es la propiedad del líquido que define la magnitud de su resistencia debida a las fuerzas de cizalla en su interior, siendo la propiedad del líquido que más influye en las características de flujo. (Rosenthal, 2001; Sing y Heldman, 2014). La viscosidad se debe principalmente a las interacciones entre las moléculas del fluido (Duarte y Niño, 2004).

Otra forma de definir la viscosidad es como la relación entre el esfuerzo de corte (τ) y la tasa de deformación (γ) adoptada por el fluido; tal como se muestra en la ecuación:

$$\mu = \tau\gamma [Pa.s]$$

Donde:

μ : Viscosidad (Pa.s) o (kg/m.s) en el sistema internacional de unidades.

τ : Esfuerzo de corte (Pa)

γ : Velocidad de deformación (s^{-1}).

2.1.4.3.1 Viscosidad dinámica

La viscosidad dinámica es la propiedad del fluido en virtud de la cual éste ofrece resistencia a las tensiones de cortadura. Es decir, la viscosidad absoluta representa la viscosidad dinámica del líquido y es un término muy utilizado para fines prácticos (Agustín, 2005).

2.1.4.3.2 Viscosidad aparente

La viscosidad aparente, se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación para fluidos de comportamiento no lineal. Este término que se utiliza al hablar de “viscosidad” para fluidos no Newtonianos, (Sing y Heldman, 2014).

2.1.4.3.3 Viscosidad cinemática

La viscosidad cinemática es la relación entre la viscosidad dinámica y la densidad del fluido (Sing y Heldman, 2014).

$$\nu = \mu / \rho$$

Donde:

ν : Es la viscosidad cinética en centiStokes (cS).

μ : Viscosidad dinámica en Centipoise (cP)

ρ : Densidad (g/cm³) del fluido.

Si se representa la curva de fluidez (esfuerzo cortante frente a velocidad de deformación) se define también como la pendiente en cada punto de dicha curva (González, 2009).

2.1.4.4. Clasificación de los fluidos según su comportamiento reológico

Tovar, (2010) para una mayor comprensión de los problemas que se plantean en el estudio de las propiedades reológicas de los alimentos, a continuación se presentan una clasificación de los diversos alimentos fluidos habituales, según su comportamiento reológico.

De modo general, la mayoría de los autores coinciden al hacer una primera clasificación entre fluidos Newtonianos y no-Newtonianos, según su comportamiento reológico siga o no la Ley de Newton de la viscosidad. Además

existen alimentos en los que su comportamiento depende del tiempo de actuación del esfuerzo realizado sobre ellos.

La ecuación de la Ley de Newton de viscosidad de un fluido es

$$\tau = -\mu \frac{du}{dy}$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante (Pa)

μ : Viscosidad dinámica del fluido (Pa.s)

du/dy : Velocidad de deformación del fluido (s^{-1}) = γ

Así, la clasificación de los fluidos alimentarios según su comportamiento reológico puede establecerse de la siguiente forma:

- ☐ Fluidos Newtonianos.
- ☐ Fluidos no-Newtonianos.
 - Independientes del tiempo.
 - Plásticos de Bingham.
 - Pseudoplásticos.
 - Dilatantes.
 - Dependientes del tiempo.
 - Fluidos tixotrópicos.
 - Fluidos reopéticos.
- ☐ Fluidos viscoelásticos.

2.1.4.4.1. Fluidos newtonianos

Los fluidos newtonianos son aquellos que obedecen la ley de Newton. En estos existe una relación lineal entre el esfuerzo cortante τ y el gradiente de

velocidad γ (velocidad cortante). Esto significa que la viscosidad μ es constante e independiente de la velocidad cortante (Ramírez, 2006).

González, (2009), para una mejor comprensión de este tipo de fluido se representan dos tipos de gráficas, la “Curva de Fluidez” y la “Curva de Viscosidad”. En la curva de fluidez se muestra (a) el esfuerzo cortante frente a la velocidad de deformación (τ vs $\dot{\gamma}$), mientras que en la curva de viscosidad se representa la viscosidad en función de la velocidad de deformación (μ vs $\dot{\gamma}$). Para un fluido newtoniano estas curvas tienen la forma típica indicada en la Figura 2.

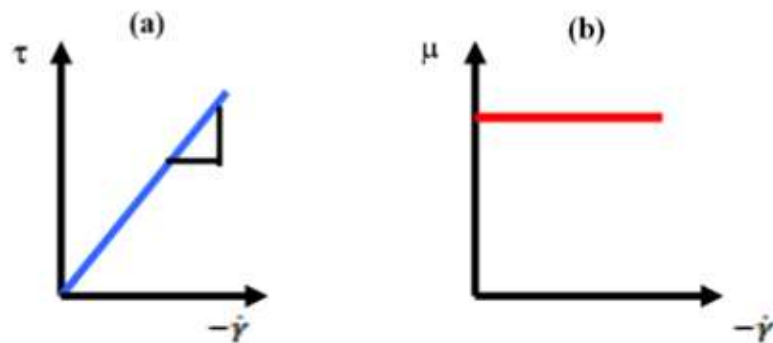


Figura 2. Curvas de viscosidad para un fluido Newtoniano

Fuente: Steffe (1992).

Como se puede observar en la curva de fluidez, el valor de la viscosidad μ es la tangente al ángulo que forman el esfuerzo de corte y la velocidad de deformación, que es constante para cualquier valor aplicado. Además, se observa en la curva de viscosidad que la viscosidad es constante para cualquier velocidad de deformación aplicada.

2.1.4.4.2. Fluidos no newtonianos

Un fluido no-Newtoniano es aquel cuya viscosidad (resistencia a fluir) varía con la velocidad de deformación o cizallamiento que se le aplica; es decir, se deforma en la dirección de la fuerza aplicada (Agustín, 2005). Como resultado, un fluido no-Newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido Newtoniano (Ramírez, 2006).

Un claro ejemplo de comportamiento no newtoniano, ampliamente documentado en bibliografía (Gómez, y col., 2004), son las dispersiones hidrocoloidales. La característica prácticamente más importante de las gomas (carbohidratos), es la modificación que introducen en las propiedades reológicas de los alimentos a los que se añaden (Alderman, 2004).

Por lo común, los fluidos no-Newtonianos se clasifican con respecto a su comportamiento en el tiempo, es decir, pueden ser dependientes del tiempo o independientes del mismo (Figura 3).

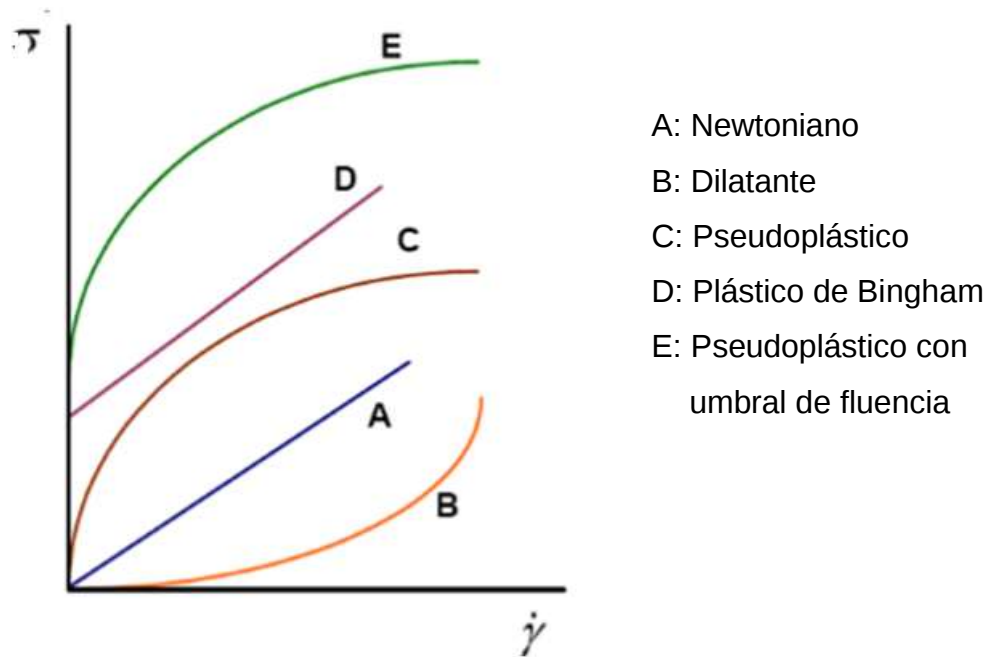


Figura 3. Diferentes tipos de fluidos

2.1.4.4.3. Parámetros reológicos en fluidos no Newtonianos

Punto de Cedencia (τ_y)

Zhongying, y col., (1982), mencionan que el punto de cedencia es el esfuerzo cortante mínimo requerido para que se dé la deformación del fluido. Representa el valor del esfuerzo de corte para una velocidad de deformación igual a cero. Su valor aumenta con el contenido de sólidos y disminuye con aumentos en el contenido de agua o dispersantes. Experimentalmente se muestra que el punto de cedencia para el modelo de Casson es menor que en el del modelo Plástico de Bingham.

Índice de Comportamiento (n)

Indica la desviación del comportamiento reológico del fluido con respecto a los fluidos newtonianos, es decir, mientras más se aleje el valor de n de la unidad más pronunciadas serán las características no newtonianas del fluido.

Índice de Consistencia (k)

Caracterización numérica de la consistencia del fluido, es decir, es una medida indirecta de la viscosidad, pero sus unidades dependen de n . A medida que k aumenta el fluido se hace más espeso o viscoso.

2.1.5. Bebida funcional

Los alimentos funcionales son apreciados como promotores de la salud; los que bajo ciertas condiciones de ingesta influirían positivamente en una o más funciones del cuerpo, mejorando el estado de salud, y/o reduciendo el riesgo de enfermedades (Foods for Specified Health Use, 2004).

Gilabert y Encinas (2014), define como aquellos alimentos que, en forma natural o procesada, contienen componentes que ejercen efectos beneficiosos para la salud, que van más allá de la nutrición.

Generalmente, se considera que son aquellos alimentos, que se consumen como parte de una dieta normal y contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades. Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, destacan los alimentos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, los alimentos a los que se han añadido sustancias biológicamente activas, como los fitoquímicos u otros antioxidantes, y los probióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos beneficiosos (Condezo, 2002).

En la mayoría de los países, un alimento funcional debe ser ingerido en forma de comida o bebida, no como medicación, y debe ser consumido igual que una comida o bebida tradicional. Si los ingredientes están incorporados en píldoras, sobres u otras formas de dosificación, se consideran suplementos dietéticos o nutracéuticos, pero no alimentos funcionales (Martínez, 2004).

2.1.5.1. Requisitos para ser considerado alimento funcional.

Cualquier declaración debe ser demostrada documentadamente en lo referente al sustento científico del componente bioactivo en las condiciones que se encuentra en el alimento, con estudio realizado en humanos, y que haya sido aprobado por el Ministerio de Salud Pública, CODEX Alimentarius, Directrices de la Comunidad Europea o FDA.

2.2. ANTECEDENTES

Quezada, Quezada y Gallardo (2016) en la investigación titulada “Plantas mucilaginosas en la clarificación del jugo de la caña de azúcar” El objetivo es incorporar soluciones mucilaginosas en la clarificación de jugos, como alternativa de mejora de los productos finales que se producen en la industria panelera. De un estudio realizado con 14 plantas con propiedades mucilaginosas, entre las cuales se encontró el huampo blanco (*Heliocarpus americanus* L), cinco especies vegetales. La Malva silvestre (*Malva peruviana* L.), Yausabara (*Pavonia sepium* A. St- Hil), Yausa (*Abutilon insigne* Planch), Cadillo negro (*Triumfetta lappula* L) y Falso Joaquín (*Hibiscus rosa sinensis*), estamparon los mejores resultados de turbidez como agentes clarificadores. Experimentalmente se ensayaron tres factores como: concentración de la solución, cantidad de solución añadido al jugo y temperatura de incorporación, en dos niveles, juzgado por la variable turbidez, como respuesta. Resultados de turbidez muestran que los factores ensayados, afectan significativamente en la clarificación del jugo (claros y brillantes) lográndose con las especies vegetales en su orden (Yausabara, Yausa Malva silvestre, Falso Joaquín y Cadillo negro).

Mozombite y Ramírez (2017) en la investigación titulada “Efecto del tiempo de extracción y del pH en la obtención del hidocoloide de corteza de huampo (*Heliocarpus americanus* L.)” evaluaron parámetros de extracción de la corteza del huampo. La extracción del hidocoloide del Huampo se realizó a diferentes condiciones de pH (4, 7 y 10) durante 60 y 30 minutos. Posteriormente se determinó el comportamiento reológico de la muestra de

mayor rendimiento a diferentes concentraciones del hidrocoloide (0,50; 0,75; y 1,00 %). Los datos experimentales mostraron mejor ajuste al modelo de Herschel- Bulkley; esto se determinó en base a los valores de los coeficientes de determinación $R^2 = 1,000$. Presentando índices de flujo (n) de 0,51 para 1 ; 0,57 para 0,75 % y 0,54 para 0,50 %, mientras que el índice de consistencia (mPa.s) a concentraciones de 1 %; 0,75 % y 0,50 % fueron de 464,9; 188,2 y 200,3 respectivamente. El hidrocoloide de la corteza de Huampo (*Heliocarpus americanus* L.), presentó índices de flujo (n) menores a 1, definiéndose como un fluido no Newtoniano y un comportamiento pseudo plástico. En la prueba triangular se determinó que la mermelada de piña, el hidrocoloide de Huampo utilizado como gelificante no tiene diferencias significativas en cuanto al sabor comparado a la mermelada de piña convencional.

Bustamante (2017) en su tesis titulada “Temperatura, pH y adición de floculantes como balso (*Heliocarpus americanus* L.), cadillo (*Triumfetta láppulal* L.) y vituca (*Colocasia esculenta*) en el mejoramiento del color de la Panela”, tuvo por objetivo determinar la temperatura, pH y las concentraciones de los floculantes como balso, cadillo y vituca óptimas, para lograr la clarificación de la panela; para lo cual se trabajó con el jugo de caña de azúcar el cual fue sometido a clarificación a tres temperaturas, niveles de pH y adición de floculantes como balso, cadillo y polímero de vituca, el nivel de pH fue regulado con adición de cal viva, los floculantes fueron obtenidos en base a una secuencia tecnológica; la elaboración de la panela siguió un flujograma de proceso, donde se incidió en la clarificación, evaporación, encalado y punteo; determinó que de 120 a 125 °C de temperatura, pH de 5,5 a 6 y Cadillo como floculante logra la clarificación de la panela en un rango de 92 a 94 RGB; lográndose así la mejor presentación; consolidado por la calidad fisicoquímica y sensorial de la panela.

Farela (2017) en la investigación titulada “Extracción y caracterización del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.) Para la determinación de los parámetros de aplicación como aditivo espesante en función a la concentración en mermelada de fresa”, extrajo y caracterizó el mucílago de la semilla de chíá (*Salvia hispánica* L.) para luego determinar los parámetros de

aplicación como aditivo espesante en función a la concentración en mermelada de fresa. El mayor porcentaje de rendimiento del extracto según la relación de hidratación se obtuvo haciendo uso de una proporción 1:30 con un rendimiento del 6,27% sobre el total de semilla utilizada, a partir de lo cual se determinaron los costos de producción basados en la materia prima. La aplicación fue en mermelada de fresa bajo 4 formulaciones, el porcentaje de concentración de extracto de mucílago y pectina según el aditivo espesante utilizado. A partir de pruebas fisicoquímicas se logró determinar que el extracto de mucílago es mejor espesante que la pectina y estableciendo que una concentración del 0,1% proporciona una textura aceptable según muestras comerciales. Se realizaron dos análisis sensoriales, una dirigida a un panel entrenado con el fin de obtener el perfil sensorial de las mermeladas y otra con enfoque al consumidor para determinar la aceptabilidad de una mermelada con extracto de mucílago como espesante frente a una con pectina. Se estableció que no hay diferencia significativa en la aceptabilidad de las muestras por lo que sensorialmente, el extracto de mucílago es totalmente capaz de reemplazar a la pectina como aditivo espesante, requiriendo de concentraciones menores.

Risco (2015) en su investigación “Elaboración y caracterización de yogurt a partir de leche de cabra (*Capra hircus*) edulcorado con estevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*), frutado con mango (*Manguifera indica* cv. Kent) y enriquecido con semillas de chía (*Salvia hispanica*)” Elaboró yogurt fume a partir de leche de cabra frutado con pulpa de mango de variedad Kent, edulcorado con stevia y enriquecido con semillas de chía con incorporación de cepas probióticas (*Bifidobacterium spp.* y *Lactobacillus acidophilus*). Se realizaron cuatro formulaciones en base a leche de cabra, pulpa de mango, stevia en polvo y semillas de chía. El análisis sensorial dió como respuesta que la Formulación con 950 mL de leche de cabra, 50 mL de pulpa de mango 1,0 g/L de stevia en polvo y 5 g/L de semillas de chía, fue la más aceptada. Respecto a las variables analizadas se pudo concluir que las variables color, olor, textura y apariencia en general tuvieron efecto significativo en cuando a la aceptación. Posteriormente se procedió a caracterizar física, química y microbiológicamente a la mejor formulación y finalmente para determinar la

vida en anaquel del producto se controlaron los parámetros de acidez y pH que indicaron que a los 21 días el yogurt ya no se puede consumir.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis general

- ¿Se obtendrá una bebida funcional elaborado a base del extracto mucilaginoso de huampo blanco (*Heliocarpus americanus* L.) y chía (*Salvia hispanica* L.) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*)? que presente buenas características fisicoquímicas y sensoriales.

2.3.2. Hipótesis específicas.

- Determinándose la proporción adecuada del extracto mucilaginoso de huampo blanco y chía edulcorado con stevia, se obtendrá un producto con buenas características reológicas y sensoriales.
- Determinando las características fisicoquímicas de la bebida optima obtenida a base en base de huampo blanco y chía edulcorado con stevia, lograremos obtener un producto de buena calidad.

2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.4.1. Variables independientes (X)

X_{1i}: Proporción de mucílago del extracto de huampo en las formulaciones de la bebida funcional.

X₁₁: 10 %

X₁₂: 20 %

X₁₃: 30 %

X₁₄: 40 %

X_{2i}: Cantidad de semillas de chía (con respecto a la bebida funcional).

X₂₁: 0,4 %

X₂₂: 0,6 %

X₂₃: 0,8 %

X₂₄: 1,0 %

2.4.2. Variables dependientes (Y)

Y₁: Características reológicas de las bebidas funcionales obtenidas según formulación.

Y₂: Características sensoriales de las bebidas funcionales obtenidas según formulación.

Y₃: Contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la bebida óptima obtenida

Y₄: Características fisicoquímicas de la bebida funcional óptima a base del mucílago de la corteza de huampo blanco y chía edulcorado con stevia.

2.4.3. Operacionalización de variables

En la Tabla 4, se muestra la operacionalización de variables.

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variables independientes:		
X ₁ : Proporciones de mucílago del extracto de huampo blanco en la elaboración de la bebida funcional.	Proporción	– X₁₁ = 10 % – X₁₂ = 20 % – X₁₃ = 30 % – X₁₄ = 40 %.
X ₂ : Proporciones de semillas de chía en la elaboración de la bebida funcional.	Proporción	– X₂₁ = 0,4 % – X₂₂ = 0,6 % – X₂₃ = 0,8 % – X₂₄ = 1,0 %.
Variables dependientes:		
Y ₁ : Propiedades reológicas de la bebida funcional elaboradas según formulaciones edulcorado con stevia.	Propiedades reológicas	– Viscosidad (Pa.s) – Rendimiento (g) – Índice del comportamiento reológico (n) – Índice de consistencia (Pa.sⁿ)
Y ₂ : Características sensoriales de las bebidas funcionales a base del mucílago de la corteza de huampo blanco y chía edulcorado con Stevia	Atributos sensoriales.	– Color – Aroma – Sabor – Textura – Aceptación general.
Y ₃ : Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de las bebidas a base del mucílago de la corteza de huampo blanco y chía edulcorado con Stevia	Determinación de polifenoles totales Determinación de la capacidad antioxidante	– µg de ácido gálico equivalente/ mL de muestra – µg de trolox equivalente/ mL de muestra
Y ₄ : Características fisicoquímicas y microbiológicas de la bebida funcional a base del mucílago de la corteza de huampo blanco y chía edulcorado con Stevia.	Determinación fisicoquímica	– %Proteína – % Humedad – % Grasa – % Fibra – % Carbohidratos – % Ceniza – pH – °Brix

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la planta de procesamiento de productos alimenticios, laboratorio de análisis físico químico, laboratorio de evaluación sensorial y laboratorio de análisis por instrumentación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Régimen de Investigación : Experimental.

Tipo de Investigación : Aplicada.

Nivel de Investigación : Experimental - Explicativa.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población

La población hace referencia a la bebida funcional a base del mucílago del extracto de huampo y chía edulcorada con stevia.

3.3.2. Muestra

La muestra a estudiar estuvo conformada por 192 envases de 296 mL, los mismos que se utilizaron para realizar los análisis sensoriales, reológicas, fisicoquímicos y microbiológicos como se muestra en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5. Muestras para los tratamientos en la determinación de la proporción del mucílago de la corteza de huampo blanco en las formulaciones para la bebida.

Tratamiento	Especificación	Cantidad (envase de 296 mL)
T ₁	10 % de mucílago de la corteza del huampo y 0,5 % de semillas de chía	24
T ₂	20 % de mucílago de la corteza del huampo y 0,5 % de semillas de chía	24
T ₃	30 % de mucílago de la corteza del huampo y 0,5 % de semillas de chía	24
T ₄	40 % de mucílago de la corteza del huampo y 0,5 % de semillas de chía	24

Tabla 6. Muestras para los tratamientos en la determinación de la proporción de chía en las formulaciones para la bebida.

Tratamiento	Especificación	Cantidad (envase de 296 mL)
T ₁	% óptimo de mucílago de la corteza del huampo y 0,4 % de semillas de chía	24
T ₂	% óptimo de mucílago de la corteza del huampo y 0,6 % de semillas de chía	24
T ₃	% óptimo de mucílago de la corteza del huampo y 0,8 % de semillas de chía	24
T ₄	% óptimo de mucílago de la corteza del huampo y 1,0 % de semillas de chía	24

3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis fue cada envase de 296 mililitros de bebida funcional elaborado con diferentes proporciones de mucílago de la corteza del huampo y chía.

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Para determinar la proporción adecuada del extracto mucilaginoso de la corteza de huampo blanco en la obtención de la bebida funcional se utilizaron los siguientes tratamientos que se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Tratamientos para la determinación de la proporción del mucílago de la corteza de huampo blanco en la obtención de la bebida

Tratamiento	Mucílago de corteza de huampo (%)	Semillas de chía (%)	Stevia (%)	Ácido cítrico (%)	Agua (%)
T ₁	10	0,5	0,08	0,02	89,4
T ₂	20	0,5	0,08	0,02	79,4
T ₃	30	0,5	0,08	0,02	69,4
T ₄	40	0,5	0,08	0,02	59,4

funcional.

Tabla 8. Tratamientos para la determinación de la proporción de las semillas de chía en la obtención de la bebida funcional.

Tratamiento	Mucílago de corteza de huampo	Semillas de chía (%)	Stevia (%)	Ácido cítrico (%)	Agua (%)
T ₁	% óptimo de mucílago de la corteza de huampo	0,4	0,08	0,02	Diferencial al 100%
T ₂	% óptimo de mucílago de la corteza de huampo	0,6	0,08	0,02	Diferencial al 100%
T ₃	% óptimo de mucílago de la corteza de huampo	0,8	0,08	0,02	Diferencial al 100%
T ₄	% óptimo de mucílago de la corteza de huampo	1,0	0,08	0,02	Diferencial al 100%

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

- **Evaluación de las propiedades reológicas de los tratamientos para la obtención de la bebida funcional a base del extracto mucilaginoso del huampo blanco y chía edulcorado con stevia.**

Hipótesis nula

H_0 : No existe diferencia significativa en las propiedades reológicas de las bebidas funcionales obtenidas a base del extracto mucilaginoso del huampo blanco y chía edulcorado con stevia.

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

Hipótesis de investigación

H_1 : Al menos una de las bebidas obtenidos a base a base del extracto mucilaginoso del huampo blanco y chía edulcorado con stevia presenta diferentes propiedades reológicas.

$$H_1: \text{ Al menos un } \tau_1 \neq 0$$

- **Evaluación de los atributos sensoriales de los tratamientos para la obtención de la bebida funcional a base del extracto mucilaginoso del huampo blanco y chía edulcorado con stevia.**

Hipótesis nula

H_0 : No existe diferencia significativa en los atributos sensoriales de las bebidas funcionales obtenidas a base del extracto mucilaginoso del huampo blanco y chía edulcorado con stevia.

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

Hipótesis de investigación

H_1 : Al menos una de las bebidas obtenidas a base a base del extracto mucilaginoso del huampo blanco y chía edulcorado con stevia presenta diferentes atributos sensoriales.

H_1 : Al menos un $\tau_1 \neq 0$

3.5.1. Diseño de la investigación.

Para la evaluación de las propiedades reológicas de la bebida funcional, según tratamientos, se utilizó el análisis de varianza correspondiente a un diseño completamente al azar DCA, y para la clasificación de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) (Montgomery, 2011).

El modelo matemático correspondiente a un DCA (Diseño Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} : Propiedad reológica de la j – ésima repetición de la bebida funcional elaborada con el i- ésima concentración del extracto del mucílago de huampo blanco y chía.
- μ : Efecto de la media general.
- τ_i : Efecto del i-ésimo concentración del extracto del mucílago de huampo blanco y chía.
- ϵ_{ij} : Efecto del error experimental.

Para la evaluación de las características sensoriales de la bebida obtenida se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia $\alpha= 5\%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Sotomayor, 2008).

3.5.2. Datos a registrar

Los datos registrados son los que se obtuvieron en los análisis fisicoquímicos, sensoriales y reológicos a los tratamientos en estudio.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

a) Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- **Análisis documental:** Nos permitió el análisis del material estudiado y precisado desde un punto de vista experimental.
- **Análisis de contenido:** Se estudió y analizó de una manera objetiva y sistemática el documento leído.
- **Fichaje:** Se utilizó para construir el marco teórico y el marco teórico del trabajo de investigación.

b) Técnicas de campo

- **Observación:** Nos permitió recolectar los datos directamente del proceso de la bebida funcional con diferentes proporciones de del extracto mucilaginosos de la corteza de huampo blanco y chíá, mediante el cual se obtuvo los resultados sobre las propiedades medidas y para las conclusiones de la presente investigación.

c) Instrumento de recolección de datos

- **Para la recolección de información bibliográfica**
Fichas de investigación o documentación: Comentario y resumen.
- **Fichas de registro o localización:** Bibliográficas, hemerográficas e internet.
- **Para la recolección de información en laboratorio:**
Libreta de apuntes y cámara fotográfica.

- **Para la evaluación sensorial:** instrumento que permitió recopilar en forma cualitativa los valores de los atributos organolépticos de los tratamientos en estudio, se utilizó una ficha de evaluación sensorial.
La recolección de los datos en la evaluación sensorial se realizó en la Escuela profesional de Ingeniería agroindustrial en un ambiente adecuado.
- **Procesamiento y presentación de los resultados:** Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de texto Word y cálculos Excel de acuerdo al diseño de investigación propuesto, la presentación de los resultados será en Tablas y figuras según corresponda.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

3.6.1. Materiales biológicos.

Corteza de ejemplares adultos de *Heliocarpus americanus* L. procedente del distrito de Palo de acero, provincia de Huamálés departamento de Huánuco.

Chía (*Salvia hispanica* L.) y Stevia (*Stevia rebaudiana*) adquiridas del mercado de abastos naturales de la ciudad de Huánuco.

3.6.2. Materiales.

Los materiales utilizados en los laboratorios: tubos de ensayo de 10 mL, fioles de 10, 25 y 50 mL, Erlenmeyers de 100, 500 y 800 mL, pipetas de 1; 5 y 10 mL, tubos de ensayo de 10 mL, papel de filtro Wathman #41, vasos de precipitación de 250, 600 y 1000 mL, micropipetas, desecadores de vidrio y crisoles

3.6.3. Reactivos.

Se utilizó los siguientes reactivos: hidróxido de sodio al 1 N, agua destilada, alcohol etílico 96°, ácido clorhídrico 1 N, buffers de pH 4, 7 y 10.

3.6.4. Equipos

Para la ejecución de la investigación, se utilizó los siguientes equipos: secador de bandejas, balanza analítica, centrífuga, mufla, viscosímetro rotacional, estufa, equipo de baño maría, equipo de filtrado al vacío, cocina con termostato, agitador magnético, balanza con lámpara infrarroja para humedad, refrigerador; termómetro y congelador.

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la Figura 4, se presenta el esquema experimental utilizado en la conducción y ejecución del trabajo de investigación.

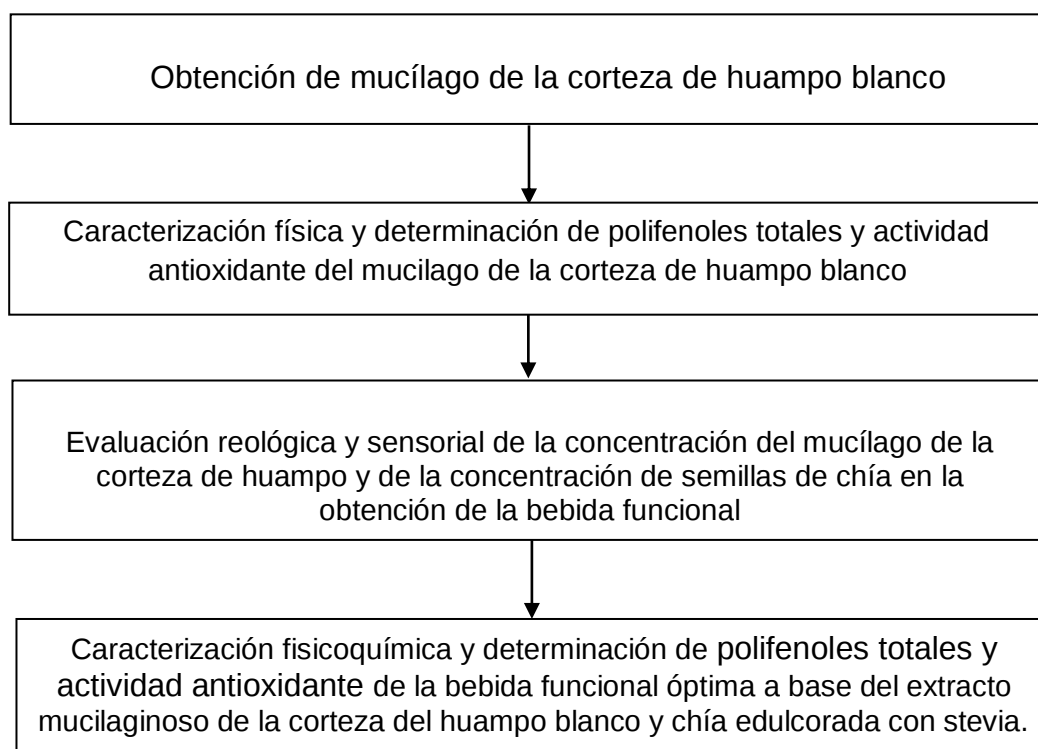


Figura 4. Esquema experimental del trabajo de investigación.

3.7.1. Obtención de mucílago de la corteza de huampo blanco

En la Figura 5, se muestran el diagrama de flujo para la obtención del mucílago de la corteza de huampo blanco. Las operaciones describimos a continuación:

- **Recolección.** - La recolección de las cortezas de huampo se realizó por las mañanas, seleccionándose los árboles adultos, con diámetros mayores a 30 cm, y luego se procedió a extraer las cortezas. Las muestras obtenidas serán transportadas de inmediato a los ambientes del laboratorio para su acondicionamiento.
- **Selección y clasificación.** - Esta operación permitió eliminar los materiales extraños y/o restos de hojas, a la vez de estandarizar el espesor de las cortezas, para obtener muestras con las mejores condiciones para la investigación.

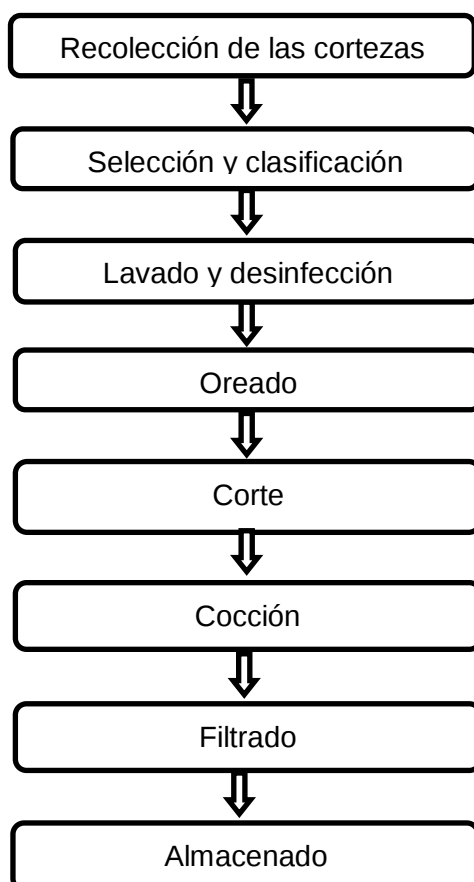


Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención del mucílago de huampo.

- Lavado y desinfección. - Se lavaron las cortezas con abundante agua, para luego ser desinfectadas con hipoclorito de sodio a 100 ppm por un tiempo 10 minutos, para reducir la posible presencia de carga microbiana.
- Oreado. - Esta operación tuvo como objetivo de eliminar la humedad residual de la operación anterior, para lo cual las cortezas serán ubicadas sobre papel absorbente a temperatura ambiente, por un tiempo de 2-3 horas.
- Corte. - En esta etapa se procedió a seccionar las cortezas en tiras de 5 a 7 cm x 3 a 5 cm aproximadamente, con el fin de facilitar la extracción.
- Cocción de las cortezas. - Se procedió a la cocción de los trozos de cortezas del huampo blanco con agua potable a una relación 1:4 (p/v) por un tiempo de 30 minutos, para ello usaremos una marmita de acero inoxidable.
- Filtración. - Luego de la cocción se filtró el mucílago con la ayuda de un colador con tamiz 2 mm de paso.
- Almacenado. - El mucílago fue almacenado en refrigeración envasados en baldes con tapas para su posterior uso en la formulación de las bebidas funcionales, según los tratamientos de la investigación.

3.7.2. Caracterización física y determinación de polifenoles totales y capacidad antioxidante del mucílago de la corteza de huampo blanco

Se realizaron las siguientes determinaciones:

- Rendimiento promedio (%), obtenido a través del peso promedio de corteza (g), peso promedio de agua (g) y del peso promedio del mucílago extraído (g)
- Determinación del contenido de polifenoles totales se realizó utilizando el método de Folin - Ciocalteau, que determina la capacidad que tienen los polifenoles para reducir el Mo (VI) A Mo (V), como resultado de tal reacción, el reactivo de color amarillo adquiere un intenso color azul que se mide con el espectrofotómetro (Apak *et al.*, 2004).
- La actividad antioxidante se determinó espectrofotométricamente de acuerdo al método CUPRAC (Copper Reduction Assay, Apak *et al.*, 2004)

3.7.3. Evaluación reológica y sensorial de la concentración del mucílago de la corteza de huampo y de la concentración de semillas de chía en la obtención de la bebida funcional.

Para la obtención de la bebida funcional a base del mucílago de la corteza de huampo blanco y chía edulcorada con stevia, se evaluaron cuatro proporciones del mucílago: 10, 20, 30 y 40 % a una concentración fija de semillas de chía del 0,5 %, tal como se describe en el Tabla 7. A estos tratamientos se realizó una evaluación reológica y sensorial con el fin de determinar la proporción más adecuada del mucílago de la corteza de huampo blanco. Con esta proporción adecuada de mucílago de huampo, se procedió a determinar la proporción más adecuada de semillas de chía que se adicionará a la bebida funcional, para ello se evaluaron cuatro porcentajes de semilla de chía: 0,4; 0,6; 0,8; y 1,0 % (ver Tabla 8). Similarmente, la proporción óptima se determinó mediante una evaluación sensorial y reológica.

La evaluación reológica fue de acuerdo a la metodología BROOKFIELD ® (2009), y los datos registrados fueron analizados mediante el análisis de

varianza correspondiente a un diseño completamente al azar DCA (Montgomery, 2011).

En el análisis sensorial se evaluaron el aroma, color, olor y aceptación general, dicha evaluación fue realizada por 18 panelistas semi entrenados y los datos registrados fueron analizados estadísticamente a través de la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ (Sotomayor, 2008). La ficha de evaluación sensorial se muestra en el anexo 2.

En la Figura 6, se presenta el diagrama de flujo para la obtención de la bebida funcional a base del mucílago de la corteza de huampo blanco y chía edulcorada con stevia que se utilizó en la investigación, cuyas etapas se describen a continuación:

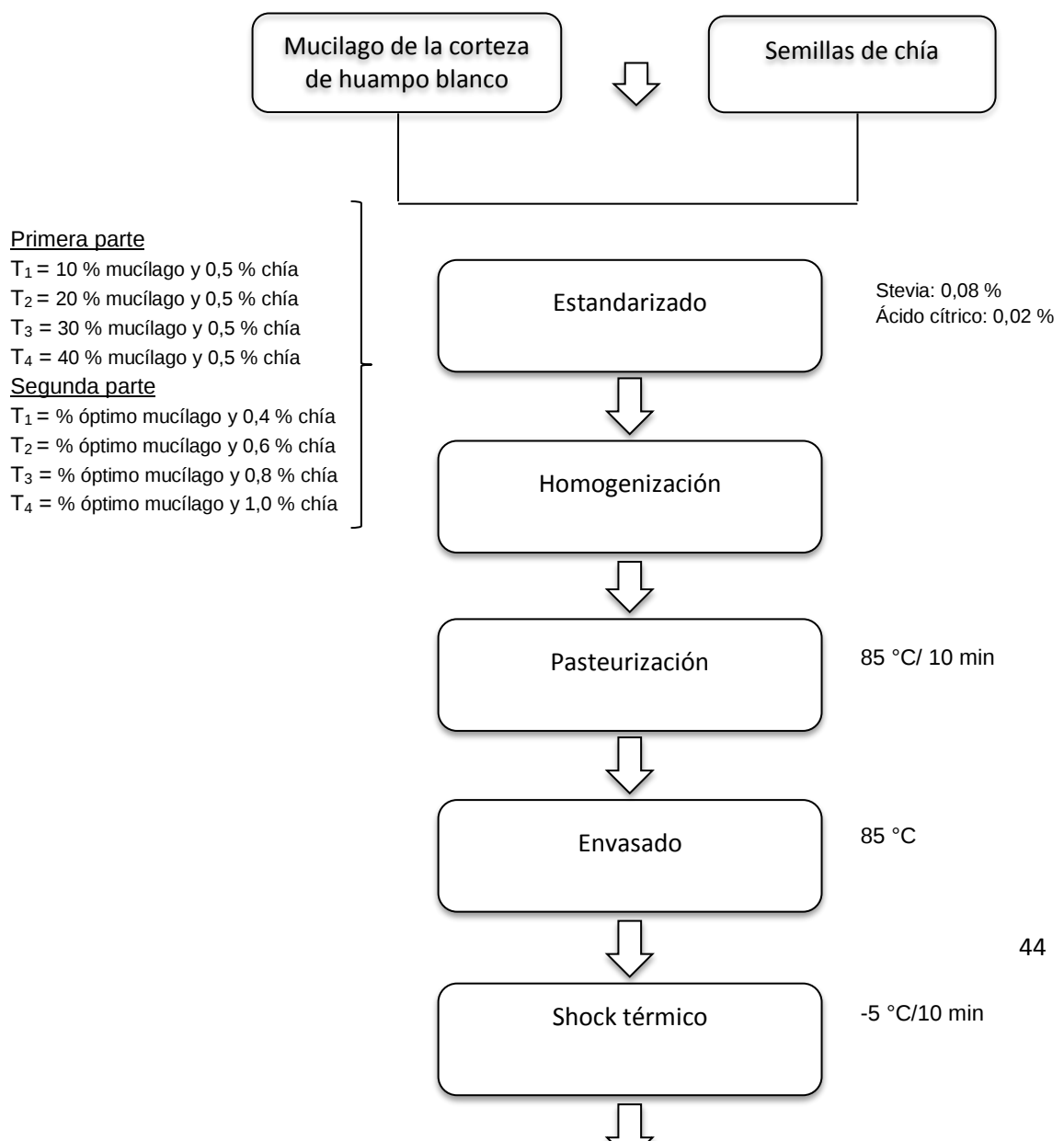


Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de la bebida funcional.

- Recepción de materia prima. - En esta operación se recepcionó el mucílago de la corteza de huampo, las semillas de chía y la stevia.
- Estandarizado. - Se realizó de acuerdo a las etapas de la investigación y descritas en los tratamientos de las Tablas 7 y 8, la mezcla del mucílago de la corteza de huampo, el ácido cítrico, las semillas de chía y como edulcorante, la stevia al 0,08 % y agua, que constituyen la bebida funcional y que se indican en el diagrama de flujo.
- Homogenizado. - Se mezcló hasta lograr la completa dilución de todos los ingredientes. Se agitó manualmente hasta conseguir la homogeneidad.
- Pasteurización. - El pasteurizado de la bebida funcional fue a una temperatura de 85°C durante 10 minutos para eliminar la carga microbiana.
- Envasado. – El envasado se realizó a una temperatura de 85 °C en botellas de vidrio de 296 mL previamente esterilizadas.
- Shock térmico. -En esta operación la bebida funcional envasada se sumergió en abundante agua fría (-5 °C) con la finalidad de eliminar todos los microorganismos patógenos y generar vacío en el envase.
- Almacenado. - Con esta operación se realizó el almacenado de la bebida funcional en un lugar fresco y seco.

3.7.4. Caracterización fisicoquímica y determinación de polifenoles totales y capacidad antioxidante a la bebida funcional óptima de mucílago de huampo y chía edulcorado con stevia

A la bebida óptima se le caracterizará en las propiedades Determinación de humedad, método balanza infrarroja, según la AOAC (2002), código 925.10.

- Determinación de grasa, por soxhlet según AOAC (2002), código 969.24.
- Determinación de proteína, método de Kjeldahl según AOAC (2002), código 976.05.
- Determinación de fibra, método en la digestión ácida y alcalina, según AOAC (2002), código 935.53.
- Determinación de ceniza, por incineración según AOAC (2002), código 942.05.
- Determinación de pH. Método de potenciómetro (AOAC 2002).

También se le cuantificó su contenido de polifenoles totales y su capacidad antioxidante.

- La medida del contenido de polifenoles totales se realizó por el método de Folin - Ciocalteau (Apak *et al.*, 2004).
- La actividad antioxidante se determinó espectrofotométricamente de acuerdo al método CUPRAC (Copper Reduction Assay, Apak *et al.*, 2004)

IV. RESULTADOS

4.1. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO BLANCO

En la Tabla 9, se muestra el rendimiento promedio de mucílago extraído de las cortezas de huampo fresco (resumen del anexo 1).

Tabla 9. Rendimiento de mucílago de corteza de huampo.

Componentes	Cantidad
Peso promedio de corteza (g)	1002,04 $\pm$ 1,02
Peso promedio de agua (g)	4000,00 $\pm$ 0,0
Peso promedio del mucílago extraído (g)	2450,15 $\pm$ 58,42
Rendimiento promedio (%)	47,98 $\pm$ 1,16

De acuerdo a la Tabla 9, se evidencia que luego de la cocción utilizando una relación de corteza/agua de 1:4 (p/p), se logró una extracción del mucílago con 47,98 % y hubo un residuo de agua más restos de corteza de 52,02 %.

En la Tabla 10, presentamos las propiedades bioactivas determinadas en el mucílago del huampo extraído, en tanto que en el anexo 2, las repeticiones y curvas estándar.

Tabla 10. Propiedades bioactivas del mucílago de corteza de huampo blanco.

Propiedades	Cantidad
Polifenoles totales (μ g AGE/mL de muestra)	85,13 $\pm$ 3,136
Actividad antioxidante por DPPH (μ g TE/mL muestra)	38,73 $\pm$ 2,013
Actividad antioxidante por ABTS (μ g TE/mL de muestra)	40,75 $\pm$ 1,000

En la Tabla 10, se observa las medias con sus respectivas desviaciones estándar de las cantidades de compuestos bioactivos, con una cantidad significativa de polifenoles totales 85,13 $\pm$ 3,136 μ g AGE/mL de muestra y de los porcentajes de secuestro del radical DPPH y catión ABTS del extracto

acuoso del mucílago de huampo blanco de 38,73 y 40, 75, respectivamente y expresados en µg TE/ mL de muestra.

4.2. EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CHÍA Y EDULCORADA CON STEVIA.

4.2.1. Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación de las cuatro proporciones del mucílago: 10, 20, 30 y 40 % a una concentración fija de semillas de chía del 0,5 %, en la obtención de la bebida funcional se muestra con detalle en los anexos 3.1, 3.2 y 3.3, donde el estadístico de la Prueba Friedman evidenció diferencias significativas entre tratamientos para dos atributos evaluados, con $p = 0,00$; 0,32 y $p=0,001$, para los atributos color, sabor y aceptación general respectivamente.

En la Tabla 11, se presenta clasificación de las concentraciones planteadas del gel de huampo utilizado para la obtención de la bebida funcional.

Tabla 11. Clasificación de las concentraciones del gel mucilaginoso de la corteza de huampo en la obtención de la bebida funcional.

Tratamientos	Atributos sensoriales		
	Sabor	Color	Aceptación
T ₁ : 10 % gel de corteza de huampo	5,39 ^b	5,33 ^a	5,61 ^a
T ₂ : 20 % gel de corteza de huampo	6,00 ^a	5,22 ^a	5,44 ^a
T ₃ : 30 % gel de corteza de huampo	5,28 ^b	5,06 ^a	5,22 ^a
T ₄ : 40 % gel de corteza de huampo	4,61 ^c	4,28 ^b	4,61 ^b

Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p<0.05$).

La media representa al promedio obtenido de acuerdo a la escala hedónica utilizada.

De acuerdo al Tabla 11, en la evaluación de las concentraciones del gel mucilaginoso de la corteza de huampo, en la obtención de la bebida funcional, se encuentra que solamente los tratamientos T1, T2, y T3 superan en la escala de evaluación el valor de 5 (Bueno, en la figura 4); sin embargo, es T2 (20 %

de gel), la única concentración de gel de huampo que otorga las mejores calificaciones en los tres atributos sensoriales evaluados, por lo que resulta como la más óptima en el estudio para continuar con la evaluación de la concentración de semillas de chía.

En la Figura 7, se muestra el gráfico de los atributos sensoriales, conjuntamente con la escala de 7 puntos, utilizada para la evaluación de las concentraciones del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con chía y edulcorada con stevia. Se evidencia una tendencia hacia el eje derecho del polígono que corresponde al tratamiento con 20 % de gel.

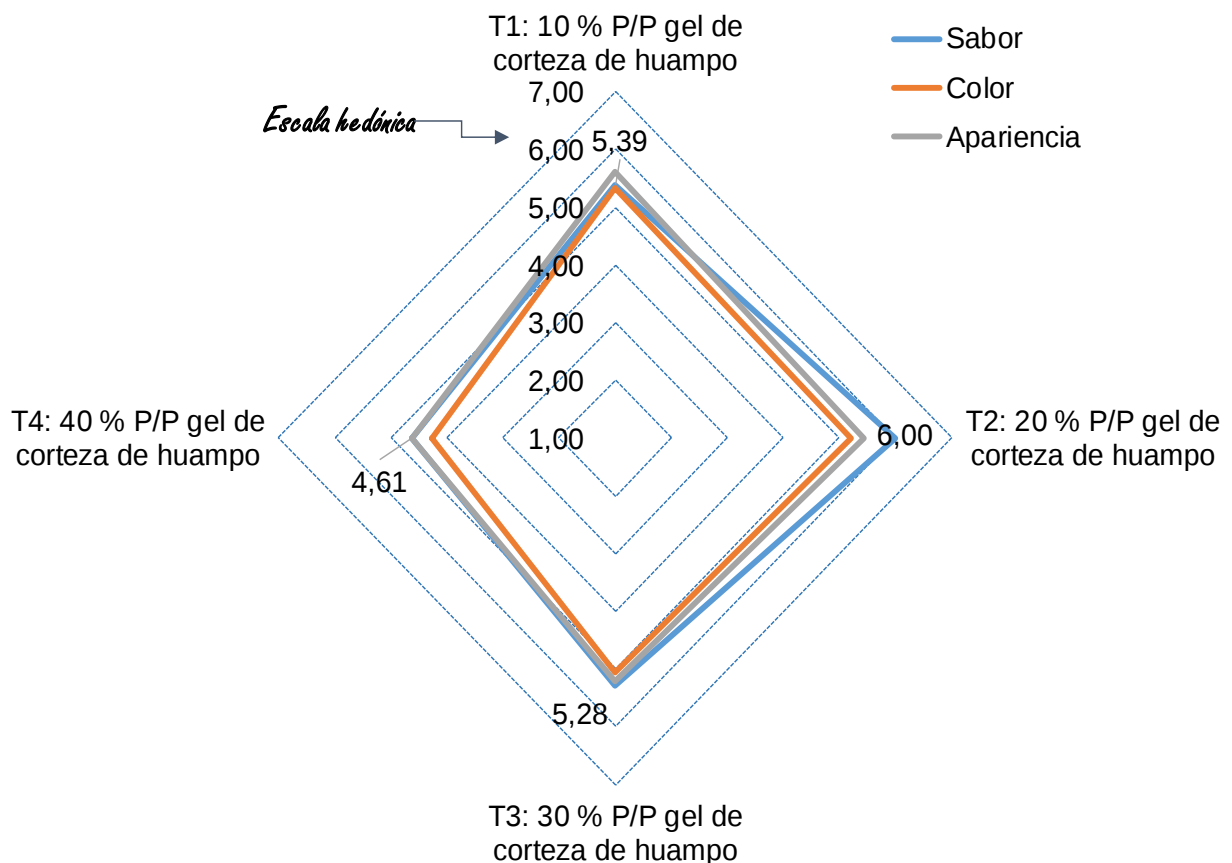


Figura 7. Evaluación sensorial de las concentraciones del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con chía y edulcorada con stevia.

4.2.2. Evaluación reológica

En el anexo 4 se presentan los datos de las determinaciones del índice de flujo y consistencia de los resultados de las propiedades reológicas de las bebidas funcionales obtenidas con los cuatro porcentajes del extracto mucilaginoso del extracto de huampo. En la Tabla 12, se muestra los resultados promedios y la clasificación de tratamientos. Se encontraron diferencias estadísticas en el índice de consistencia e índice de flujo de las bebidas funcionales, lo que evidencia que las concentraciones de gel tienen un efecto claro en las propiedades reológicas de la bebida. Asimismo, se observa que los índices de flujo, son menores que la unidad ($n < 1$) que señalan que los flujos corresponden a fluidos pseudoplásticos.

Tabla 12. Clasificación de las parámetros reológicos del mucílago de la corteza de huampo en la obtención de la bebida funcional.

Tratamientos	Índice de Consistencia (k)	Índice de flujo (n)
T ₁ : 10 % gel de corteza de huampo d	1,997 ± 0,0185 ^d	0,341 ± 0,0024
T ₂ : 20 % gel de corteza de huampo c	3,373 ± 0,0605 ^c	0,389 ± 0,0043
T ₃ : 30 % gel de corteza de huampo	4,495 ± 0,0201 ^b	0,422 ± 0,0013 ^b
T ₄ : 40 % gel de corteza de huampo a	4,776 ± 0,0185 ^a	0,472 ± 0,0012

Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

La media representa al promedio obtenido de acuerdo a la escala hedónica utilizada.

En las figuras 8 y 9, se grafican las viscosidades aparentes y los esfuerzos cortantes en función de la velocidad de cizalla de todas las formulaciones, en la

primera gráfica se observa una disminución de la viscosidad aparente; mientras que en la segunda gráfica un incremento exponencial del esfuerzo cortante al incrementarse la velocidad de cizallamiento, en ambos casos se sugiere que el mucílago de huampo exhibe un comportamiento no newtoniano pseudoplástico.

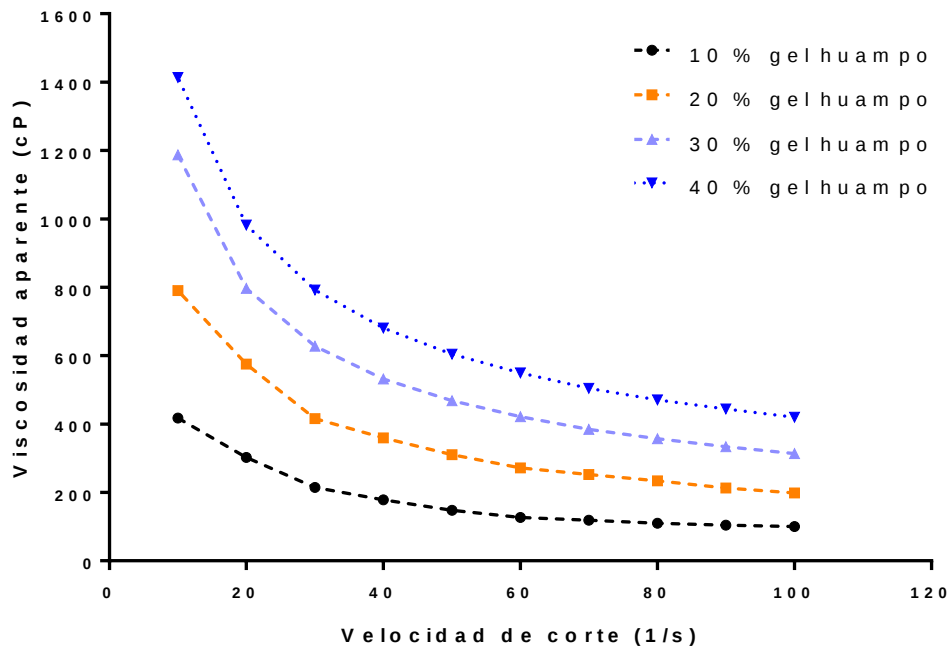


Figura 8. Variación de la viscosidad aparente (cP) en función de la velocidad de cizalla (1/s) de las concentraciones del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional.

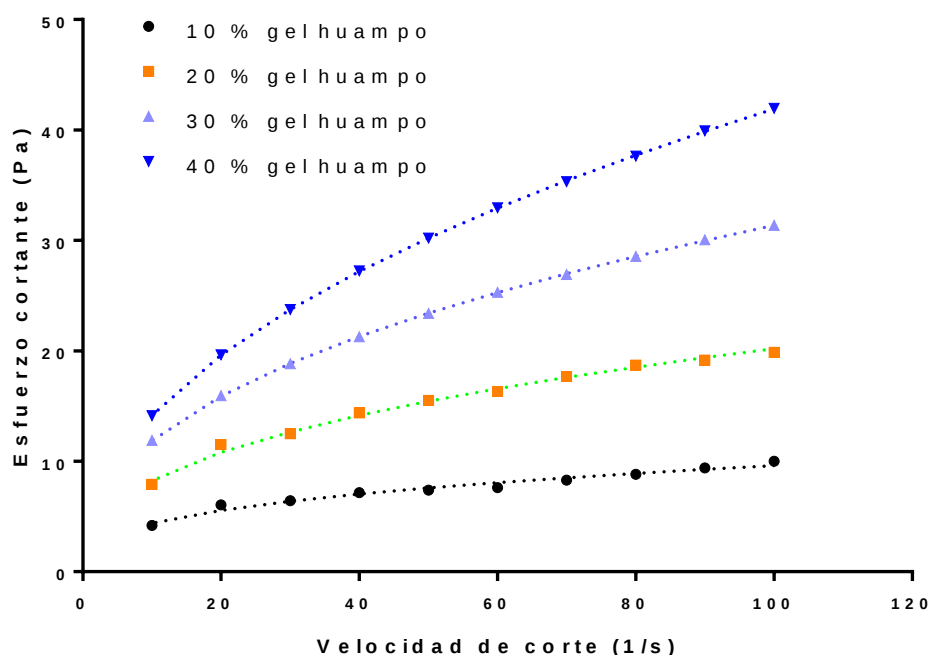


Figura 9. Variación del esfuerzo cortante (Pa) en función de la velocidad de cizalla (1/s) de las concentraciones del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional.

4.3. EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CHIA EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO Y EDULCORADA CON STEVIA.

Con la concentración óptima del gel de la corteza de huampo blanco (20 %), se procedió a determinar la proporción más adecuada de semillas de chía que se adicionó a la bebida funcional, estos porcentajes de semilla de chía fueron: 0,4; 0,6; 0,8; y 1,0 %, con respecto al peso total de la bebida. Para el logro de este objetivo se realizaron también una evaluación sensorial y otra evaluación reológica, las mismas que se presentan a continuación.

4.3.1. Evaluación sensorial

En los anexos 4.1, 4.2 y 4.3, se presentan los resultados totales de la evaluación de las cuatro proporciones de semilla de chía: 0,4; 0,6; 0,8; y 1,0 %, con respecto al peso total de la bebida, con la concentración óptima del gel de

huampo (20 %), en la obtención de la bebida funcional, donde el estadístico de la Prueba Friedman, señala que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, con $p = 0,00$; $0,00$ y $p=0,01$, para los atributos sabor, textura y aceptación general respectivamente. Al existir diferencias significativas, se procedió con la prueba de clasificación de tratamientos, en donde se pueda diferenciar las diferencias entre concentraciones de semilla de chía en las bebidas obtenidas (Tabla 13).

De acuerdo al Tabla 13, para el atributo sabor no se encontraron diferencias estadísticas entre las concentraciones de 0,4 a 0,6 %, tampoco entre las concentraciones 0,8 y 1,0%; siendo los dos primeros los mejores ubicados. Con respecto al atributo textura, se marca las diferencias a partir de la utilización de 0,8 % de semillas de chía, concentración en que los panelistas comenzaron a detectar una reducción en la aceptación de la textura. En cuanto a la evaluación del atributo de apariencia general, los panelistas percibieron diferencias mínimas entre tratamientos, dando calificaciones superiores a 5, “buena apariencia” según la escala utilizada.

Tabla 13. Clasificación de las concentraciones de semilla de chía en la obtención de la bebida funcional con concentración óptima de gel de huampo.

Tratamientos	Atributos sensoriales		
	Sabor		Textura
Apariencia			
T ₁ : 0,4 % P/P de chía / kg de bebida	5,78 ^a	6,22 ^a	5,06 ^b
T ₂ : 0,6 % P/P de chía / kg de bebida	5,61 ^a	6,00 ^a	5,39 ^a
T ₃ : 0,8 % P/P de chía / kg de bebida	4,78 ^b	4,89 ^b	5,72 ^a
T ₄ : 1,0 % P/P de chía / kg de bebida	4,50 ^b	4,17 ^c	5,67 ^a

Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p<0.05$).

La media representa al promedio obtenido de acuerdo a la escala hedónica utilizada

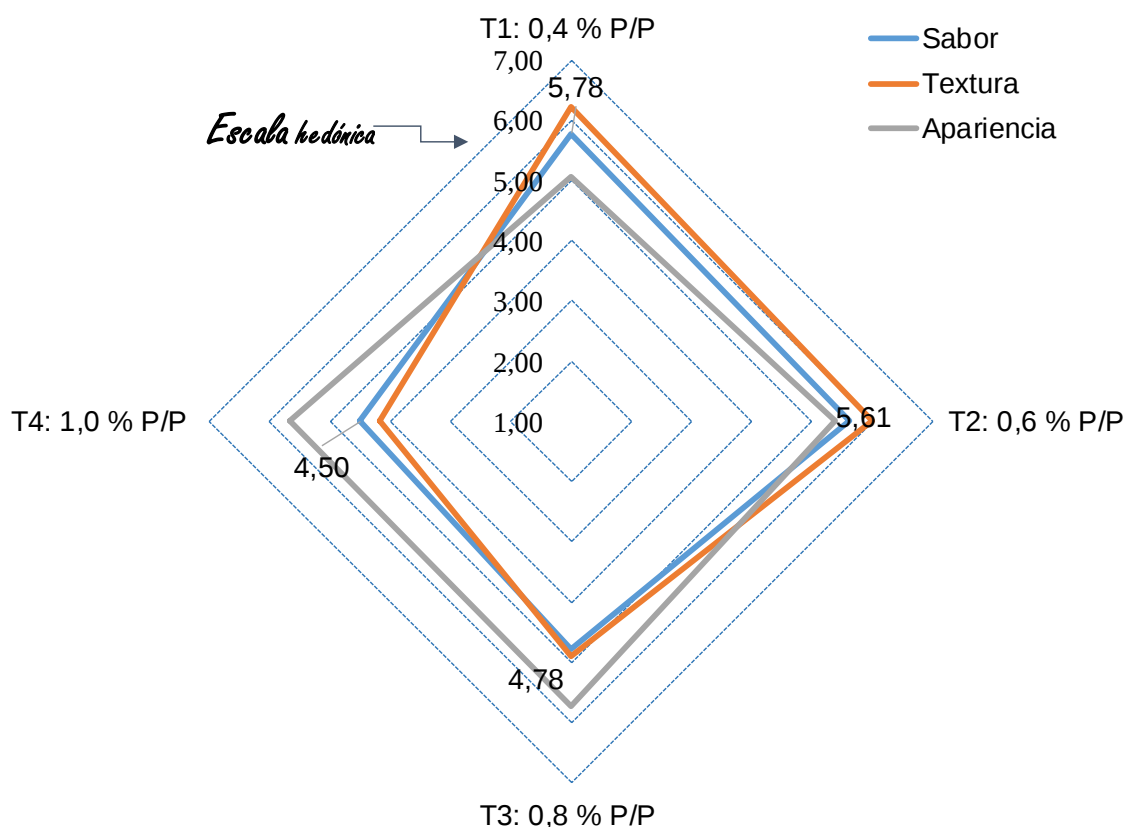


Figura 10. Evaluación sensorial de las concentraciones de semilla de chía en la obtención de la bebida funcional con concentración óptima de gel de huampo.

En la Figura 10, el gráfico de los atributos sensoriales complementa la interpretación de la Tabla 13, se evidencia una orientación hacia el eje derecho del polígono donde se ubica T2 (0,6 % P/P de chía / kg de bebida). Esto tendencia permite establecer que éste tratamiento es el más óptimo bajo las condiciones de la investigación. Asimismo, conforme se fue aumentando la concentración de semillas de chía, los panelistas percibieron una disminución de los atributos sabor y textura, contrariamente a lo que ocurrió con la apariencia en la bebida que se mejoró con el incremento de la concentración de chía.

4.3.2. Evaluación reológica

En la Tabla 14, se muestra los resultados de las propiedades reológicas de las bebidas funcionales obtenidas con los cuatro porcentajes del extracto mucilaginoso del extracto de huampo (los datos de las repeticiones y procesamiento estadístico en el anexo 6). El análisis de varianza reportó diferencias estadísticas para el índice de consistencia e índice de flujo de las bebidas funcionales, lo que evidencia que en la medida que se incrementó las cantidades porcentuales de las semillas de chía, la viscosidad aparente de la bebida fue variando. Esto también se evidencia con el incremento sucesivo en el índice de consistencia (desde 3,291 hasta 3,375) y en el índice de flujo (desde 0,389 hasta 0,410 valores que de flujos corresponden a fluidos pseudoplásticos).

Tabla 14. Clasificación de parámetros reológicos de la bebida funcional según adición de porcentajes de chía.

Tratamientos	Índice de Consistencia (k)	Índice de flujo (n)
T ₁ : 0,4 % chía adicionada a la bebida d	3,291 ± 0,0061 ^d	0,389 ± 0,0005
T ₂ : 0,6 % chía adicionada a la bebida c	3,316 ± 0,0236 ^a	0,392 ± 0,0014
T ₃ : 0,8 % chía adicionada a la bebida b	3,361 ± 0,0146 ^b	0,398 ± 0,0013
T ₄ : 1,0 % chía adicionada a la bebida a	3,375 ± 0,0050 ^c	0,410 ± 0,0008

Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).

La media representa al promedio obtenido de acuerdo a la escala hedónica utilizada.

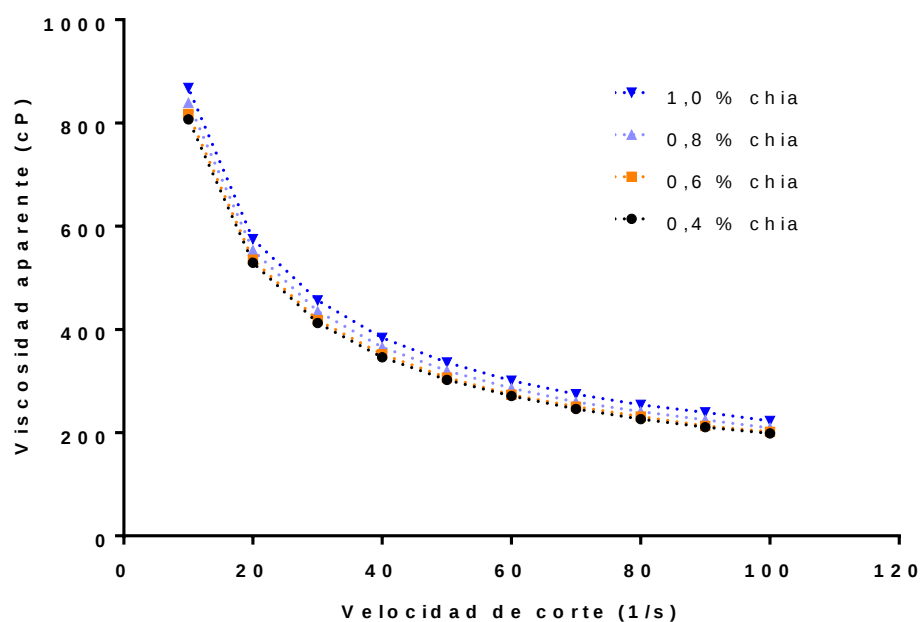


Figura 11. Variación de la viscosidad aparente (cP) versus velocidad de cizalla (1/s) para las concentraciones de semillas de chía en la obtención de una bebida funcional con concentración óptima de gel de huampo.

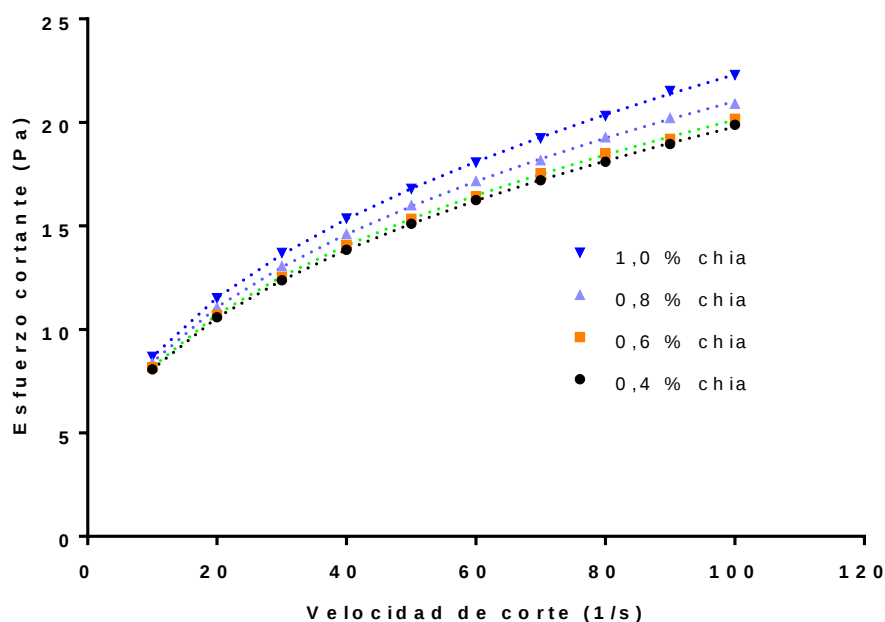


Figura 12. Variación del esfuerzo cortante (Pa) versus velocidad de cizalla (1/s) para las concentraciones de semillas de chía en la obtención de una bebida funcional con concentración óptima de gel de huampo.

En las Figuras 11 y 12, las gráficas de la viscosidad aparente y esfuerzo cortante ambas en función a la velocidad de cizalla (1/s), muestran que el comportamiento de la bebida funcional corresponde a un fluido “no newtoniano”. La viscosidad aparente se calculó mediante el uso de un supuesto de que la bebida funcional era obedecía la ley de la viscosidad de Newton. La pendiente de esta recta da un valor para la viscosidad aparente. El valor obtenido para la viscosidad aparente es dependiente de la velocidad de cizallamiento seleccionado. Por lo tanto, la viscosidad aparente siempre se expresa junto con el valor de velocidad de cizallamiento. Asimismo, los fluidos cuya viscosidad aparente disminuye a medida que se le sujeta a un corte más intenso, como es el caso de nuestra bebida funcional se conocen como fluidos pseudoplásticos o adelgazantes al corte.

4.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A LA BEBIDA FUNCIONAL ÓPTIMA DE MUCÍLAGO DE HUAMPO Y CHÍA EDULCORADO CON STEVIA

En la Tabla 15, presentamos las propiedades fisicoquímicas y bioactivas determinadas en la bebida final óptima; mientras que en los anexos 7 y 8 se detallan las repeticiones de tratamientos con los resultados totales de las propiedades determinadas. Se destaca el contenido de fibra en 3,03 %, el contenido de polifenoles y actividad antioxidante que permiten inferir que la bebida es funcional y que por lo tanto ofrecen beneficios para la salud y el autocuidado. Las bebidas funcionales son productos que poseen componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional y que representan un beneficio extra para la salud de las personas que la consumen o para la reducción de riesgos de enfermedad.

Tabla 15. Propiedades fisicoquímicas y bioactivas determinadas en la bebida óptima de mucílago de huampo y chía edulcorado con stevia.

Propiedades	Cantidad
Humedad (%)	92,01 ± 0,095
Proteína (%)	1,49 ± 0,021
Grasa (%)	1,59 ± 0,020
Fibra (%)	3,03 ± 0,020
Carbohidratos (%)	1,79 ± 0,031
Cenizas (%)	0,133 ± 0,002
pH	3,5 ± 0,006
Polifenoles totales (ug AGE/mL de muestra)	86,62 ± 1,369
Actividad antioxidante por DPPH (mg TE/mL muestra)	39,10 ± 1,651
Actividad antioxidante por ABTS (mg TE/mL de muestra)	41,37 ± 1,742

V. DISCUSIÓN

5.1. DE LA OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO BLANCO

Una goma o gel mucilaginoso, puede ser definida en sentido amplio, como cualquier polisacárido soluble en agua, que puede ser extraído a partir de vegetales terrestres o marinos, o de microorganismos, que poseen la capacidad, en solución, de incrementar la viscosidad y/ o de formar geles. Todos ellos son muy utilizados como emulsificantes, estabilizantes y espesantes. Estas propiedades son originadas principalmente por las interacciones de los polisacáridos con el agua, actuando de dos formas distintas: como espesantes por la retención de agua o como gelificantes por la construcción de una red tridimensional macroscópica de cadenas interconectadas, dentro de la cual se liga un sistema acuoso (Penna, 2002). En la Tabla 9. se mostró el rendimiento promedio de mucílago extraído de las cortezas de huampo fresco igual al 47,98 %, lo que evidencia que los árboles de huampo representan un potencial para la extracción de gel; pero también se hace necesario evaluar otras partes del árbol y comparar con otras formas de extracción para arribar a mejores conclusiones en cuanto a rendimiento y calidad del gel extraído.

En la Tabla 10, también se determinó en el gel mucilaginoso extraído de la corteza de huampo, compuestos bioactivos significativos de polifenoles totales 85,13 $\mu\text{g AGE/mL}$ de muestra, de actividad antioxidante por DPPH de 38,73 y por ABTS de 40,75 $\mu\text{g TE/mL}$ de muestra, si bien se sabe que los antioxidantes son compuestos fenólicos que inhiben o retrasan el proceso oxidativo de otras moléculas, la mayoría de antioxidantes se obtienen a partir de plantas, esta investigación muestra claramente una alternativa para el consumo del gel de huampo como parte de la alimentación cotidiana. La importancia de los mismos radica en su protección frente a la oxidación lipídica que afecta tanto la calidad de los alimentos como la salud de los consumidores, con el posible deterioro de las características organolépticas, funcionales y nutricionales (Ayerza y Coates 2002)

5.2. DE LA EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CHÍA Y EDULCORADA CON STEVIA.

Las gomas y mucílagos son hidrocoloides vegetales, son sustancias translúcidas amorfas y polímeros de un monosacárido o mezcla de monosacáridos. Su estructura química general corresponde a la de polisacáridos heterogéneos con un alto contenido de galactosa, manosa, glucosa y derivados de osas (principalmente ácidos). En nuestra investigación, conforme se fue adicionando la concentración del mucilaginoso de huampo en la bebida funcional, la viscosidad aparente fue incrementándose, este incremento proporcional puede relacionarse esencialmente a la estructura química de los polisacáridos a las propiedades fisicoquímicas del gel como son su dispersión en agua, viscosidad y gelificación, siendo las mismas específicas para cada tipo de sustancia y proporcional a su concentración (Pacheco-Aguirre, 2010).

Por otro lado, el incremento de la viscosidad aparente en la bebida funcional, no fue proporcional con los atributos sensoriales debido a que, a partir del 20 % de concentración la calificación sensorial, dado por los panelistas, comenzó a disminuir en todos los atributos. Este hecho puede deberse a que en las gomas o mucílagos la dispersión y la viscosidad se incrementan, por efecto de la repulsión intermolecular de sus grupos iónicos, teniendo moléculas relativamente estiradas que forman puentes de hidrógeno más efectivos con el agua (Pacheco-Aguirre, 2010). Este exceso de viscosidad o espesamiento dificulta el flujo al momento de su consumo, lo cual fue percibido negativamente por los panelistas, de aquí la relación inversa entre lo sensorial y la concentración del gel a partir de la concentración del 20 % de gel en la bebida.

Las propiedades reológicas de polisacárido desempeñan un papel importante cuando el polisacárido se aplica en el sistema de alimentación (Dickinson, 2003). Las viscosidades aparentes de todas las muestras disminuyeron con el aumento de la velocidad de cizalla (Figura 4), lo que sugiere que el mucílagos de la corteza de huampo exhibió un comportamiento no newtoniano

pseudoplástico (Wang *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2010). Aquí, la velocidad a la que las matrices poliméricas fueron interrumpidas por el movimiento impuesto externamente quien era mayor que la de formación de nuevas matrices. Este hecho agota la densidad de reticulación del mucílago en solución y consecuentemente la disminución de la viscosidad (WANG *et al.*, 2009).

En la Tabla 12, se observó que el índice de consistencia k aumento con el aumento de la proporción de gel de huampo, esto puede deberse a que la disminución del contenido de humedad inicial dio lugar al incremento significativo de la fuerza de fricción (Wu *et al.*, 2010).

El índice de flujo, también fue afectado por la relación gel de huampo en la bebida funcional (Tabla 12). El mucílago de huampo tiene comportamiento pseudoplástico debido a la interacción electrostática o coacervación compleja entre las proteínas y los polisacáridos (Liu *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2014).

5.3. DE LA EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CHIA EN LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DEL MUCÍLAGO DE LA CORTEZA DE HUAMPO Y EDULCORADA CON STEVIA.

En la bebida funcional con una proporción fija de 20 % del gel mucilaginoso de huampo, se observó que, conforme se fue incrementando la concentración de semillas de chía, las bebidas fueron incrementado su viscosidad aparente, este comportamiento obedece a que esta semilla también expulsa gel mucilaginoso cuando se encuentra en medio acuoso. El mucílago de la semilla de chía, es un carbohidrato complejo de alto peso molecular, es un componente importante de la semilla por su potencial fisiología. El mucílago está presente dentro de las células epidérmicas de la testa de la semilla madura y cuando ésta se pone en contacto con agua se rompe la primera capa de células permitiendo la salida de las fibras de mucílago que posteriormente rodean la semilla. Cuando el mucílago se encuentra completamente hidratado forma una cápsula transparente que rodea la semilla adherida con gran

tenacidad y cuando muchas semillas se hidratan forman una solución altamente viscosa y estable (Ixtaina, Nolasco & Tomás, 2010).

El incremento de la viscosidad, conforme se fue adicionando las proporciones de chía, en las bebidas elaboradas, hizo que probablemente éstas se tornen más espesas y con mayor resistencia al flujo lo que en promedio no fue del buen agrado de los panelistas. De aquí que en el rango de 0,4 a 0,6 % de semillas de chía adicionadas son las que mejor calificación otorgaron a las bebidas (Tabla 13 y Figura 7). Una característica importante de los polisacáridos es su comportamiento reológico, debido a que estos tienen impacto notable en la fabricación, el almacenamiento, el espesamiento, estabilización y atributos de textura de los polisacáridos en aplicaciones industriales, sino que también tienen relaciones internas a la estructura molecular y la conformación de la cadena (Lago *et al.*, 2011).

La viscosidad aparente de todas las muestras de bebidas, según tratamientos, disminuye con el incremento de la velocidad de cizalla, sugiriendo que el mucílago de la corteza de huampo tiene comportamiento no Newtoniano, la disminución de la viscosidad aparente puede deberse a la degradación de polisacáridos de gran peso molecular en polisacáridos de peso molecular comparativamente más bajo (Wu *et al.*, 2010). Este tipo constante de comportamiento al esfuerzo de corte es ampliamente observado en biopolímeros (Lago *et al.*, 2011).

En la Figura 11, que grafica el comportamiento reológico de las bebidas funcionales con gel de huampo y concentraciones de semillas de chía muestran un comportamiento pseudoplástico. Asimismo, también en todos los tratamientos; el valor del índice de comportamiento de flujo fue menor a la unidad (Tabla 14), y gráficamente la curva es cóncava hacia abajo, características que señalan en comportamiento pseudoplástico.

El incremento de la concentración también obedece a un fluido con comportamiento pseudoplástico ($n < 1$) (Figura 11); debido a que al aumentar la concentración se aumenta la cantidad de solutos disueltos, lo que acentúa las interacciones polímero-agua aumentando la resistencia de la disolución que tiene un comportamiento de gel, otorgando una mayor firmeza y elasticidad

(Hosseini-Parvar *et al.*, 2010; Karazhiyan *et al.*, 2009; Wu *et al.*, 2015). El Índice de Comportamiento (n) Indica la desviación del comportamiento reológico del fluido con respecto a los fluidos newtonianos, es decir, mientras más se aleje el valor de n de la unidad más pronunciadas serán las características no newtonianas del fluido; asimismo, el Índice de Consistencia del fluido (k) es una medida indirecta de la viscosidad, pero sus unidades dependen de n . A medida que k aumenta el fluido se hace más espeso o viscoso (Bedoya *et al.*, 2009).

Por otro lado, la concentración de chía adicionada tiene una influencia sobre el esfuerzo de corte, cuando aumenta la concentración, la curva de esfuerzo cortante se despacha hacia arriba. Cui y Mazza, (1996) señalan que si se observan curvas ascendentes que se encuentran sobrepuestas, indican que el fluido presenta un comportamiento reológico independiente del tiempo.

5.4. DE LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A LA BEBIDA FUNCIONAL ÓPTIMA DE MUCÍLAGO DE HUAMPO Y CHÍA EDULCORADO CON STEVIA

En la Tabla 15, se muestra las propiedades de la bebida óptima obtenida con una concentración de 20 % de gel mucilaginoso de huampo, 0,6 % de semillas de chía y los otros insumos que se detallaron en la Tabla 8. Con respecto a la proteína determinada en la bebida 1,49 %, se debe mencionar que corresponde más a las semillas de chía que al del propio gel de huampo, estas proteínas pueden ser usados por el cuerpo humano para construir y reparar tejidos, así como para fabricar hormonas, enzimas y otras sustancias químicas del cuerpo. Lo más importante a destacar de la chía, es que no solo contiene proteínas, sino que contiene las proteínas completas, algo poco inusual para una planta. Dando como resultado, que nuestro cuerpo puede utilizar las proteínas de la semilla exactamente como están, sin ningún esfuerzo por procesarlas (Coates, 2013). También, esta semilla contiene los ocho aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita para utilizar las proteínas: la isoleucina, la leucina, la lisina, la metionina, la fenilamina, la treonina, la valina y el triptófano, haciéndola apta para personas celíacas por la ausencia de

prolamina tóxicas (Coates, 2013). Con respecto al porcentaje de fibra determinado en la bebida 3,03 % en su mayoría es soluble, y se la denomina mucílago, destacando la capacidad de retención de agua, formando un gel junto con el agua. El mismo, que en el estómago genera una barrera natural más difícil de digerir, haciendo que se absorba lentamente (Coates, Ayerza 1999). En cuanto a los carbohidratos posee 1,79 %, pero no se trata de hidratos de carbono simples, sino que son complejos, los mismos que son liberados lentamente para que el organismo los aproveche de mejor manera, evitando así su acumulación en forma de grasa, es por este motivo que la bebida obtenida podría ser un buen aliado en la dieta de todo deportista (Reyes-Caudillo y col., 2008; Ixtania y col., 2008).

En cuanto al contenido de mucílago en la bebida, tanto del huampo como de la chía, se menciona que se puede utilizar con fibra dietética (Reyes- Caudillo y col., 2008). Con respecto a la Actividad antioxidante por DPPH de 39,10 mg TE/mL (154,75 mmol/mL) y por ABTS de 41,37 mg TE/mL (162,35 mmol/mL) representa la tercera parte de lo informado para el salvado de sorgo (488,8 mmol) con alto contenido de taninos (Awika y col., 2003), y cerca del 20 % del del informado para el vino tinto, el que presenta uno de los niveles más altos de actividad antioxidante (Saura-Calixto y Goñi, 2006). La significativa actividad antioxidante de la bebida es probablemente atribuible a la presencia de los polifenoles totales 86,62 ug AGE/mL, citado en la Tabla 15.

Por las bondades citadas respecto a las propiedades de la bebida óptima obtenida, se le puede considerar funcional. Según Calvo, Gómez y López (2013), se definen a las bebidas funcionales como aquellas que se ingerirán con las mismas expectativas, y más específicamente, las que podrían contribuir a la mejora de la hidratación de un individuo y de otras situaciones fisiológicas. También pueden definirse como aquellas presentaciones listas para consumirse que contienen en su formulación uno o más ingredientes funcionales no tradicionales, que demuestran ser benéficos para la salud reduciendo así el riesgo de enfermedades.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos y resultados y discusión de la investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

- La bebida funcional óptima resultó de la combinación del gel mucilaginoso de la corteza de huampo en un 20 % con semillas de chía de 0,6%; stevia 0,08 %; ácido cítrico 0,02 % y agua hasta completar el 100 %, lográndose obtener una bebida con buenas características sensoriales.
- Las características reológicas de la bebida funcional óptima corresponden a un fluido no newtoniano, fluido pseudo plástico con un índice de consistencia $k = 3,316$ y un índice de flujo $n = 0,392$
- Determinar las características fisicoquímicas, el contenido de polifenoles
- La bebida óptima obtenida destaca en sus contenidos significativos de proteína en 1,49 %; de fibra en 3,03 %, carbohidratos 1,79 % el contenido de polifenoles y actividad antioxidante Actividad antioxidante por DPPH de 39,10 mg TE/mL (154,75 mmol/mL) y por ABTS de 41,37 mg TE/mL (162,35 mmol/mL) atribuible a la presencia de los polifenoles totales 86,62 ug AGE/mL, que permiten inferir que la bebida es funcional y que por lo tanto ofrecen beneficios para la salud y el autocuidado.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y discusión de la investigación planteamos las siguientes recomendaciones:

- Es necesario evaluar la extracción del gel mucilaginoso de otras partes de la planta de huampo, así como con de la extracción de las cortezas secas que comúnmente son como se las adquiere.
- En Tingo María como en varias localidades de las localidades aledañas a esta ciudad, se observa cada vez más frecuente el consumo del gel mucilaginoso de la corteza de huampo blanco en forma de bebidas, aduciendo que posee propiedades terapéuticas; por ello se hace necesario seguir profundizando investigaciones que permitan caracterizar a profundidad esta planta.

LITERATURA CITADA

- Alderman, N., Chen C. (2004). "Non-Newtonian fluids: Guide to classification and characteristics". London. ESDU. 36p
- AOAC. (2002). "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, AOAC".
- Apak, R; Güçlü, K; Özyürek, M y Karademir, S.E. (2004). Novel Total Antioxidant Capacity Index for Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their Cupric Ion Reducing Capability in the Presence of Neocuproine: CUPRAC Method. J. Agric. Food Chem., 2004, 52 (26), pp 7970–7981.
- Ayerza, R., Coates W. (2005). "Chia seeds: new source of omega-3 fatty acids, natural antioxidants, and dietetic fiber". Southwest Center for Natural Products Research & Commercialization, Office of Arid Lands Studies, Tucson, Arizona, USA
- Ayerza, R. and W. Coates. (2004). Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. Tropical Science44: 131 – 135.
- Ayerza, R., & Coates, W. (2009). Some Quality Components of Four Chia (*Salvia hispanica* L.). Genotypes Grown under Tropical Coastal Desert Ecosystem Conditions. Asian Journal of Plant Sciences.
- Awika J, Rooney L, Wu X, Prior R, Cisneros-Zevallos L (2003). Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. J Agr Food Chem 51, 6657-6662
- Bedoya, M., Cardona, N., (2009). Estudio comparativo de modelos reológicos para lodos de perforación. Trabajo dirigido de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Petróleos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Minas. Escuela de Procesos y Energía Medellín. pp. 17 – 24

- Beltran-Orozco, M.; M. Salgado y D. Cedillo. (2005). Estudio de las propiedades funcionales de la semilla de Chía (*Salvia hispanica* L.) y de la fibra dietaria obtenida de la misma. *Revista Salud Pública y Nutrición* 13: 1-6.
- Bueno, M.; O. Di Sapio; M. Barolo; H. Busilacchi; M. Quiroga y M. Severin. (2010). Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 221-227p.
- Bourdy G, Valadeau C, Albán J, editores. *Yato' Ramuesh*. (2008). *Plantas Medicinales Yanasha*.: Lima: Remanso Ediciones E.I.R.L.
- Bustamante, F.J. (2017). Temperatura, pH y adición de flocculantes como balse (Heliocarpus americanus L.), cadillo (Triumfetta láppulal L.) y vituca (Colocasia esculenta) en el mejoramiento del color de la panela. tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.
- Cahill, J. (2003). Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Economic Botany* 57(4): 604–618.
- Calvo B., Gómez C., López N. y Royo B. (2013). *Nutrición, Salud y Alimentos funcionales*. España: Arazandi. / Martínez-Carrera D., Curvetto N., Sobal M., Morales P. y Mora V. M. (Eds.). (2010). *Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas del siglo XXI*. México.
- Capitani M I (2013). *Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (salvia hispanica l.) aplicación en tecnología de alimentos*. Universidad Nacional de La Plata – Argentina.
- Cedano, f. H., jaimes, r. G., & rivas, c. G. (instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Centro de investigación regional pacifico centro.folleto técnico número 19, isbn: 978-607-425-819-6 de "el cultivo de stevia (stevia rebaudiana) bertonii en condiciones agroambientales. De nayarit, méxico" de 2012). Obtenido de [http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicacionesnuevaslel%20cultivo%20de%20stevia%20\(stevia%20rebaudiana\)%20](http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicacionesnuevaslel%20cultivo%20de%20stevia%20(stevia%20rebaudiana)%20)

bertoni%20en%20condiciones%20agroambientales%20de%20nayarit,%20m
% c3%a9xico.pdf

- Coates, W. and R. Ayerza. (1998). Commercial production of chia in northwestern Argentina. *Journal of the American oil chemists' society* 75: 1417-1420. Coates, W. (2013). Chía: el increíble supernutriente (3a ed.). Madrid. Edita: EDAF.
- Considine D.M.; Considine G.D. *Foods and food production encyclopedia*. Van Nostrand Reinhold Company, New York (1983)
- Cui, W., mazza, G., Oomah, B. D., & Biliaderis, C. G. (1994). Optimization of an Aqueous Extraction Process for Flaxseed Gum by Response Surface Methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 27(4), 363-369. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/fstl.1994.1074>
- Duarte, C., Niño, J., (2004). *Introducción a la mecánica de Fluidos*. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ingeniería. Colección 145 años. pp. 1-7.
- Dweck, A.(2005). The folklore and cosmetic use of various salvia species. (Cap. 1, pp.1-26). In: Kintzios, S. (ed.). *Sage: The genus Salvia*. Atenas. Grecia: Harwood Academic Publisher. 14v, 299p.
- Dickinson, E. (2003). Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17(1), 25-39. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00120-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00120-5)
- Farela, L. E. (2017). *Extracción y caracterización del mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.) para la determinación de los parámetros de aplicación como aditivo espesante en función a la concentración en mermelada de fresa*. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias de alimentos. Universidad Rafael Landívar, Guatemala de la asunción, Guatemala.
- Gilabert, J., Encinas, T. (2014). De la stevia al E-960: un dulce camino. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Universidad Complutense de Madrid. Reduca (Recursos Educativos). Serie Congresos Alumnos 6: 305-311 p.

- Gómez-Díaz, D.; Navaza, J. M. (2004) .Rheology of food stabilizers blends. Journal of Food Engineering. pp. 64, 143
- González, S. (2009). Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. Universidad politécnica de Cartagena. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Especialidad Mecánica. Proyecto Fin de Carrera
- Gutierrez-Rosati, A. (2004). Información biomorfológica de la “chía” *Salvia hispanica* L. Informe interno, Universidad nacional agraria La Molina: [s.n.]. 14p.
- Hosseini-Parvar, S. H., Matia-Merino, L., Goh, K. K. T., Razavi, S. M. A., & Mortazavi, S. A. (2010). Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature. Journal of Food Engineering, 101(3), 236-243. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.06.025>
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System, US). (2001 – 2017). Base de datos (en línea). USA. Consultado el 15 de febrero del 2017. Disponible en: <http://www.itis.gov>.
- Ixtaina, V. Y., Nolasco, S. M., & Tomas, M. C. (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. Industrial Crops and Products.
- Ixtania, V., Nolasco, S., & Tomás, M. (2010). Caracterización microestructural de la semilla y mucílago de chia (*Salvia Hispánica* L.). Lanús, Argentina: CONICET.
- Lago, C., Bernstein, A., Brandelli, A., & Noreña, C. (2011). Estudo do comportamento reológico, da atividade de água e do ponto de início de congelamento do suco de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) a diferentes concentrações. Braz J Food Technol, 14(1), 1-9.
- Liu, S., Elmer, C., Low, N. H., & Nickerson, M. T. (2010). Effect of pH on the functional behaviour of pea protein isolate–gum Arabic complexes. Food Research International, 43(2), 489-495. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.022>

- Mater Iniciativa. (2013 – 2017). Iniciativa de investigación y valoración de insumos y productos nativos, del Restaurante Central. Perú. Consultado el 15 de febrero del 2017. Disponible en: <http://www.materiniciativa.com/huampo-heliocarpus-papayanensis-chanchamayo-junin-gel-pasteleria/> .
- Missouri Botanical Garden (MBG) [Página Web en Internet] Trópicos® [Base de Datos en Internet] Saint Louis (MO): MBG; 2009. Disponible en: <http://www.tropicos.org/>.
- Montgomery, D. C. (2011). Diseño y análisis de experimentos. Limusa México, D.F.
- Mozombite, M y Ramírez, D.J. (2017). Efecto del tiempo de extracción y del pH en la obtención del hidrocoloide de corteza de huampo (*Heliocarpus americanus* L.). tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú.
- Pacheco-Aguirre J (2010). Evaluación de una matriz hidrocoloide obtenida a partir de flamboyán (*Delonix regia*) para encapsular sustancias nutraceuticas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)
- Penna, A. L. B. (2002). Hidrocolóides. Usos em Alimentos. En: Revista Food Ingredients: Cuaderno de Tecnología de Alimentos y Bebidas. Vol.17, p. 58-61.
- Pierce, P. 1982. Rheological Measurements, New York. Ed .John Wiley & Sons.
- Quezada, W. F; Quezada, W. D; y Gallardo, I.(2016). Plantas mucilaginosas en la clarificación del jugo de la caña de azúcar. Revista centro azúcar, VOL 43, Abril-Junio, 2016 ISSN: 2223- 4861. Disponible en: <http://centrozucar.qf.uclv.edu.cu>
- Ramírez, J., (2006). Introducción a la Reología de los alimentos. Universidad del Valle, Cali – Colombia. Edición RECÍTELA. Pp. 30 – 40.
- Reyes Caudillo, E., Tecante, A., & Valdivia López, M. A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. Food Chemistry.

- Risco. J.C. (2015). Elaboración y caracterización de yogurt a partir de leche de cabra (*Capra hircus*) edulcorado con estevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni), frutado con mango (*Manguifera indica* cv. Kent) y enriquecido con semillas de chía (*Salvia hispanica*). Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Rosenthal, A. (2001). Relación entre mediciones instrumentales y sensoriales de la textura de alimentos. En: Textura de los alimentos. Medida y Percepción, (ed) Andrew J. Rosenthal. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 7 – 13
- Saura-Calixto F, Goñi I (2006). Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chem* 94, 442-447
- Singh, R. P. y Heldman, D. R. (2014) “Introducción a la Ingeniería de los Alimentos”. Quinta Edición, Orlando, Florida. Academic Press Inc.
- Sotomayor, R. (2008). Métodos Estadísticos para la Investigación I. Departamento de Estadística e Informática. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Steffe, J.F. y Osorio, F.A. (1987). Back Extrusion of power law fluids. *J. Texture Studies*, Vol. 18, 43-63.
- Tomas, M. (2013). Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (*salvia hispanica* L.) aplicación en tecnología de alimentos. [Tesis doctoral]. Recuperado de Cyber Tesis: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26984/Documento_completo.%20Ca](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26984/Documento_completo.%20Capitani%20(SP).pdf?sequence=1)
[pitani%20\(SP\).pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26984/Documento_completo.%20Capitani%20(SP).pdf?sequence=1) david_natividad@hotmail.com
- Tosto, g. H. (2009). " la chía, la mayor fuente natural de omega 3". Obtenido de [http://www.solaztecasda.com.ar/uploads/los%20beneficios%20de%20la%20c](http://www.solaztecasda.com.ar/uploads/los%20beneficios%20de%20la%20chia.pdf)
[hia. pdf](http://www.solaztecasda.com.ar/uploads/los%20beneficios%20de%20la%20chia.pdf). Uqa unión química argentina.
- Valenzuela, R.; G. Bascuñan; R. Chamorro y A. Valenzuela. (2011). Ácidos grasos omega-3 y cáncer, una alternativa nutricional para su prevención y tratamiento. *Revista Chilena de nutrición* 38(2): 219- 226.

- Valverde, Luís A. y Rincón, Ánge. Anatomía de la madera de 3 especies de la familia tiliaceae en Venezuela. (Apeiba tibourbou, Goethalsia meiantha y Heliocarpus popayanensis). Revista Agricultura Andina Volumen 14, enero-junio (2008). pp. 85-99.
- Vargas, W.G. (2002). Guía Ilustrada de las Plantas de las Montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas.
- Vasquez-Ovando, A.; G. Rosado-Rubio.; D. Betancur-Ancona y L. Chel-Guerrero. (2007). Propiedades Fisicoquímicas y Funcionales de un Producto Proteínico de Chía (Salvia hispanica L). (pp. 146 – 153). En: Congreso de ciencia de los alimentos y V Foro de ciencia y tecnología de los alimentos. (9ª, 31 de mayo y 1 de junio, Guanajuato).
- Wang, Y., Wang, L.-J., Li, D., Özkan, N., Chen, X. D., & Mao, Z.-H. (2008). Effect of flaxseed gum addition on rheological properties of native maize starch. Journal of Food Engineering, 89(1), 87-92
- Wang, B., Adhikari, B., & Barrow, C. J. (2014). Optimisation of the microencapsulation of tuna oil in gelatin–sodium hexametaphosphate using complex coacervation. Food Chemistry, 158, 358-365. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.135>
- Woyzechowsky, L., (2002). “Estudio de reología y transformación del almidón de maíz en un reómetro capilar”. Trabajo de Grado presentado a la Universidad Simón Bolívar. pp. 99.
- Wu, M., Li, D., Wang, L.-J., Zhou, Y.-G., & Mao, Z.-H. (2010). Rheological property of extruded and enzyme treated flaxseed mucilage. Carbohydrate Polymers, 80(2), 460-466. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.12.003>
- Zhongying, Wang and Songran, Tang. (1982). Casson Rheological Model in Drilling Fluid Mechanics. Paper SPE 10564 presented at the International Petroleum Exhibition and Technical Symposium, Beijing, Marzo. pp.17-24

ANEXO

Anexo 1. Rendimiento de gel mucilaginoso del extracto de la corteza de huampo

Repeticiones	Corteza de huampo	Agua	Total	Gel extraído	Porcentaje
1	1001,25	4000,00	5001,25	2354,24	0,471
2	1002,15	4000,00	5002,15	2425,36	0,485
3	1002,67	4000,00	5002,67	2378,80	0,476
4	1000,82	4000,00	5000,82	2350,72	0,470
5	1003,33	4000,00	5003,33	2489,65	0,498
Promedio	1002,04	4000,00	5002,04	2450,15	47,98%
SD	1,023	0,000	1,023	58,421	1,16%

Anexo 2.1. Polifenoles totales del gel de huampo

Repeticiones	Abs 725 nm	Polifenoles totales ug AGE/mL
1	0,19	82,89
2	0,20	88,71
3	0,19	83,78
Promedio	0,19	85,13
SD	0,007	3,136

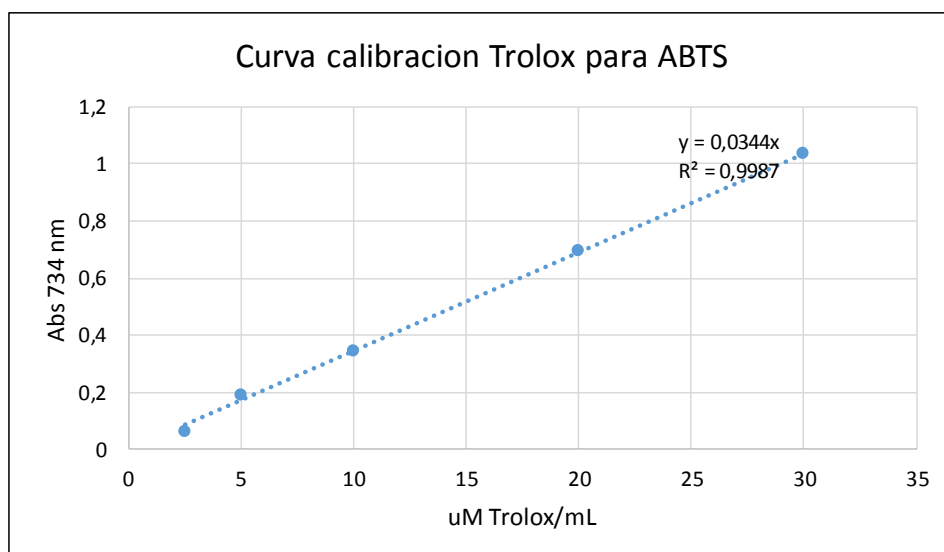
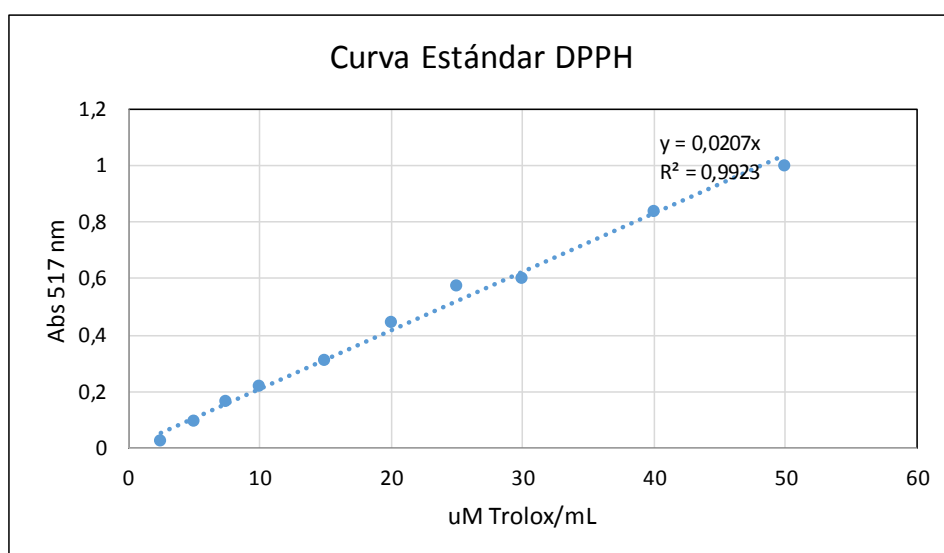
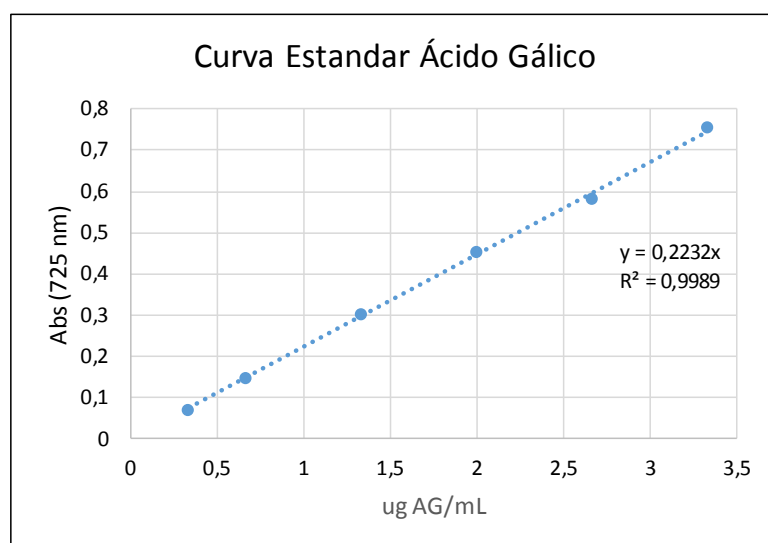
Anexo 2.2. Capacidad antioxidante del gel de huampo

Repeticiones	Control	Abs 517 nm	DPPH (ug AGE/mL)
1	0,899	0,315	38,089
2	0,899	0,307	37,122
3	0,899	0,339	40,991
Promedio	0,899	0,320	38,734
SD	0,000	0,017	2,014

Anexo 2.3. Capacidad antioxidante del gel de huampo

Repeticiones	Control	Abs 517 nm	ABTS (ug AGE/mL)
1	0,993	0,545	39,655
2	0,899	0,572	41,620
3	0,899	0,563	40,965
Promedio	0,930	0,560	40,747
SD	0,054	0,014	1,000

Anexo 2.4. Curvas estándar para los compuestos bioactivos



Anexo 3.1. Evaluación sensorial del sabor según la concentración del mucílago de corteza de huampo en la obtención de la bebida funcional

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	5	5	6	4	5	5	6	6	6	7	6	5	5	6	4	5	4	7	5,39
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	6	6	7	6	5	7	6	6	6	5	6	6	6	7	6	5	6	6	6,00
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	6	5	6	5	5	4	6	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5,28
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4,61

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	2	2	2,5	1,5	2,5	3	3	3	3,5	4	3	2	2,5	3	1	2,5	1,5	4	2,6
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	3,5	4	4	4	2,5	4	3	3	3,5	2	3	4	4	4	4	2,5	4	2,5	3,4
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	3,5	2	2,5	3	2,5	1,5	3	3	1,5	2	3	2	2,5	2	2,5	2,5	3	2,5	2,5
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	1	2	1	1,5	2,5	1,5	1	1	1,5	2	1	2	1	1	2,5	2,5	1,5	1	1,5

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	27,667
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Sabor

Duncan^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	18	1,528		
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	18		2,472	
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	18		2,583	
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	18			3,417
Sig.		1,000	,669	1,000

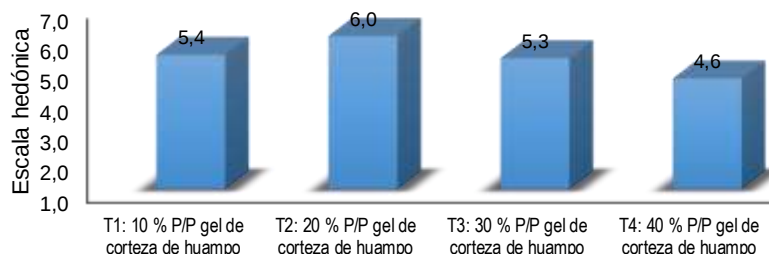
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,602.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.

b. Alfa = 0,05.



Anexo 3.2. Evaluación sensorial del color según la concentración del mucílago de corteza de huampo en la obtención de la bebida funcional

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	5	5	6	4	5	6	6	6	6	5	6	5	5	6	5	6	4	5
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	6	6	5	6	5	4	5	6	5	5	4	5	5	5	5	6	5	6
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	6	5	6	5	5	5	6	5	4	5	4	4	6	6	4	4	5	6
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	4	5	5	4	4	5	4	4	5	3	4	5	4	5	4	3	4	5

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	2	2	3,5	1,5	3	4	3,5	3,5	4	3	4	3	2,5	3,5	3,5	3,5	1,5	1,5
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	3,5	4	1,5	4	3	1	2	3,5	2,5	3	2	3	2,5	1,5	3,5	3,5	3,5	3,5
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	3,5	2	3,5	3	3	2,5	3,5	2	1	3	2	1	4	3,5	1,5	2	3,5	3,5
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	1	2	1,5	1,5	1	2,5	1	1	2,5	1	2	3	1	1,5	1,5	1	1,5	1,5

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,001	Rechaza la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	16,817
gl	3
Sig. asintótica	,001

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Duncan^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	18	1,556	
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	18		2,667
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	18		2,833
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	18		2,944
Sig.		1,000	,428

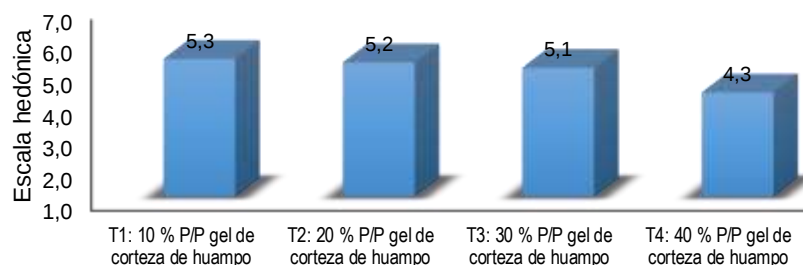
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,959.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.

b. Alfa = 0.05.



Anexo 3.3. Evaluación sensorial de la Apariencia general de la bebida funcional según la concentración del mucílago de corteza de huampo.

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	6	5	6	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	5	5	6	6	6	5,61
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	6	5	6	6	5	5	5	5	5	6	6	5	5	6	6	6	5	5	5,44
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	5	5	5	6	5	5	6	5	6	6	5	5	5	5	6	5	4	5	5,22
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4,61

Valores transformados a rangos

Tratamientos		Panelistas																		
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo		3,5	3	3,5	1,5	3	2,5	2,5	2,5	3,5	3	3,5	4	4	2,5	1,5	3,5	4	4	3,1
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo		3,5	3	3,5	3,5	3	2,5	2,5	2,5	1,5	3	3,5	2	2,5	4	3,5	3,5	2,5	2	2,9
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo		2	3	2	3,5	3	2,5	4	2,5	3,5	3	1,5	2	2,5	2,5	3,5	1,5	1	2	2,5
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo		1	1	1	1,5	1	2,5	1	2,5	1,5	1	1,5	2	1	1	1,5	1,5	2,5	2	1,5

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechaza la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	23,395
gl	3
Sig. asíntotico	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asíntóticas. El nivel de significancia es ,05.

ApaGneral

Duncan^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
T4: 40 % P/P gel de corteza de huampo	18	1,500	
T3: 30 % P/P gel de corteza de huampo	18		2,528
T2: 20 % P/P gel de corteza de huampo	18		2,889
T1: 10 % P/P gel de corteza de huampo	18		3,083
Sig.		1,000	,062

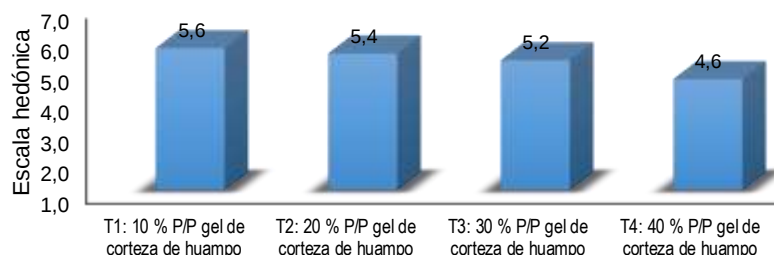
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,689.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.

b. Alfa = 0.05.



Anexo 4.1. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion 10 % del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con y chía edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	99,80	98,02	101,80	99,87
90,00	104,20	105,44	104,13	104,59
80,00	110,10	109,92	110,33	110,11
70,00	118,70	119,63	117,19	118,51
60,00	127,80	126,66	125,84	126,77
50,00	147,70	146,50	148,77	147,66
40,00	178,30	180,29	177,38	178,66
30,00	215,40	214,29	213,53	214,41
20,00	302,10	302,94	302,23	302,43
10,00	416,80	418,76	418,01	417,86

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,3416421 0,3384174 0,3430226

k = 1,9933679 2,0172871 1,980843

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Viscosidad aparente promedio
100,00	9,98	9,80	10,18	9,99
90,00	9,38	9,49	9,37	9,41
80,00	8,81	8,79	8,83	8,81
70,00	8,31	8,37	8,20	8,30
60,00	7,67	7,60	7,55	7,61
50,00	7,39	7,33	7,44	7,38
40,00	7,13	7,21	7,10	7,15
30,00	6,46	6,43	6,41	6,43
20,00	6,04	6,06	6,04	6,05
10,00	4,17	4,19	4,18	4,18

Promedio

SD

n = 0,3410274

0,0024

k = 1,997166 Pa.s

0,0185

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,00	0,99	1,01
1,95	0,97	0,98	0,97
1,90	0,94	0,94	0,95
1,85	0,92	0,92	0,91
1,78	0,88	0,88	0,88
1,70	0,87	0,86	0,87
1,60	0,85	0,86	0,85
1,48	0,81	0,81	0,81
1,30	0,78	0,78	0,78
1,00	0,62	0,62	0,62

REGRESIÓN

Intercepción	0,2995875	0,30476772	0,29685006
Variable X 1	0,3416421	0,33841739	0,34302264

Anexo 4.2. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion 20 % del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con y chía edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	201,95	195,95	197,95	198,62
90,00	210,50	214,05	214,05	212,87
80,00	232,35	235,35	234,35	234,02
70,00	261,05	249,05	247,05	252,38
60,00	265,95	277,95	271,95	271,95
50,00	310,35	312,35	308,35	310,35
40,00	357,40	356,40	364,40	359,40
30,00	417,60	419,60	411,60	416,27
20,00	575,85	578,85	570,85	575,18
10,00	784,60	796,60	790,60	790,60

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,3928101 0,3842615 0,3889474

k = 3,3203265 3,4390087 3,3594425

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	20,20	19,60	19,80	19,86
90,00	18,95	19,26	19,26	19,16
80,00	18,59	18,83	18,75	18,72
70,00	18,27	17,43	17,29	17,67
60,00	15,96	16,68	16,32	16,32
50,00	15,52	15,62	15,42	15,52
40,00	14,30	14,26	14,58	14,38
30,00	12,53	12,59	12,35	12,49
20,00	11,52	11,58	11,42	11,50
10,00	7,85	7,97	7,91	7,91

Promedio

SD

n = 0,388673

0,0043

k = 3,3729259 Pa.s

0,0605

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,31	1,29	1,30
1,95	1,28	1,28	1,28
1,90	1,27	1,27	1,27
1,85	1,26	1,24	1,24
1,78	1,20	1,22	1,21
1,70	1,19	1,19	1,19
1,60	1,16	1,15	1,16
1,48	1,10	1,10	1,09
1,30	1,06	1,06	1,06
1,00	0,89	0,90	0,90

REGRESIÓN

Intercepción	0,5211808	0,53643327	0,52626721
Variable X 1	0,3928101	0,38426149	0,38894742

Anexo 4.3. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion 30 % del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con y chía edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	315,25	312,63	313,18	313,69
90,00	335,10	334,30	332,30	333,90
80,00	355,74	357,35	357,80	356,96
70,00	382,54	387,86	383,23	384,54
60,00	422,70	422,17	420,35	421,74
50,00	466,04	470,06	467,84	467,98
40,00	532,82	530,52	531,94	531,76
30,00	626,66	628,44	628,53	627,88
20,00	793,88	797,83	798,31	796,67
10,00	1189,03	1186,70	1187,28	1187,67

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,422665 0,4224878 0,4203033

k = 4,4783442 4,4887682 4,5171962

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	31,52	31,26	31,32	31,37
90,00	30,16	30,09	29,91	30,05
80,00	28,46	28,59	28,62	28,56
70,00	26,78	27,15	26,83	26,92
60,00	25,36	25,33	25,22	25,30
50,00	23,30	23,50	23,39	23,40
40,00	21,31	21,22	21,28	21,27
30,00	18,80	18,85	18,86	18,84
20,00	15,88	15,96	15,97	15,93
10,00	11,89	11,87	11,87	11,88

Promedio

n = 0,4218187

k = 4,4947695 Pa.s

SD

0,0013

0,0201

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,50	1,50	1,50
1,95	1,48	1,48	1,48
1,90	1,45	1,46	1,46
1,85	1,43	1,43	1,43
1,78	1,40	1,40	1,40
1,70	1,37	1,37	1,37
1,60	1,33	1,33	1,33
1,48	1,27	1,28	1,28
1,30	1,20	1,20	1,20
1,00	1,08	1,07	1,07

REGRESIÓN

Intercepción	0,6511175	0,65212718	0,65486895
Variable X 1	0,422665	0,42248776	0,42030328

Anexo 4.4. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion 40 % del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con y chía edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	417,71	419,01	422,16	419,63
90,00	443,34	441,90	445,85	443,69
80,00	471,05	470,30	469,68	470,34
70,00	503,65	505,09	504,50	504,41
60,00	550,63	549,29	548,00	549,31
50,00	605,83	603,34	602,87	604,01
40,00	682,99	677,71	682,05	680,92
30,00	791,08	790,45	793,79	791,77
20,00	982,24	980,56	982,71	981,84
10,00	1413,41	1415,26	1411,31	1413,33

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,4708792 0,4709193 0,4729774

k = 4,7898792 4,782264 4,7547414

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	41,77	41,90	42,22	41,96
90,00	39,90	39,77	40,13	39,93
80,00	37,68	37,62	37,57	37,63
70,00	35,26	35,36	35,31	35,31
60,00	33,04	32,96	32,88	32,96
50,00	30,29	30,17	30,14	30,20
40,00	27,32	27,11	27,28	27,24
30,00	23,73	23,71	23,81	23,75
20,00	19,64	19,61	19,65	19,64
10,00	14,13	14,15	14,11	14,13

Promedio

n = 0,471592

k = 4,7756282 Pa.s

SD

0,0012

0,0185

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,62	1,62	1,63
1,95	1,60	1,60	1,60
1,90	1,58	1,58	1,57
1,85	1,55	1,55	1,55
1,78	1,52	1,52	1,52
1,70	1,48	1,48	1,48
1,60	1,44	1,43	1,44
1,48	1,38	1,37	1,38
1,30	1,29	1,29	1,29
1,00	1,15	1,15	1,15

REGRESIÓN

Intercepción	0,6803246	0,67963354	0,6771269
Variable X 1	0,4708792	0,47091925	0,47297741

Anexo 4.5. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante promedios de concentraciones del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con y chía

Velocidad de corte (1/s)	T1 Viscosidad aparente (cP)	T2 Viscosidad aparente (cP)	T3 Viscosidad aparente (cP)	T4 Viscosidad aparente (cP)
100,00	99,87	198,62	313,69	419,63
90,00	104,59	212,87	333,90	443,69
80,00	110,11	234,02	356,96	470,34
70,00	118,51	252,38	384,54	504,41
60,00	126,77	271,95	421,74	549,31
50,00	147,66	310,35	467,98	604,01
40,00	178,66	359,40	531,76	680,92
30,00	214,41	416,27	627,88	791,77
20,00	302,43	575,18	796,67	981,84
10,00	417,86	790,60	1187,67	1413,33

Promedio

n	0,34102736	0,388673	0,42181869	0,47159196
k	1,99716601	3,37292588	4,49476953	4,7756282

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
n	Entre grupos	,027	3	,009	1340,239	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,027	11			
k	Entre grupos	14,367	3	4,789	4035,597	,000
	Dentro de grupos	,009	8	,001		
	Total	14,376	11			

Velocidad de corte (1/s)	T1 Esfuerzo cortante (Pa)	T2 Esfuerzo cortante (Pa)	T3 Esfuerzo cortante (Pa)	T4 Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	9,99	19,86	31,37	41,96
90,00	9,41	19,16	30,05	39,93
80,00	8,81	18,72	28,56	37,63
70,00	8,30	17,67	26,92	35,31
60,00	7,61	16,32	25,30	32,96
50,00	7,38	15,52	23,40	30,20
40,00	7,15	14,38	21,27	27,24
30,00	6,43	12,49	18,84	23,75
20,00	6,05	11,50	15,93	19,64
10,00	4,18	7,91	11,88	14,13

n

HSD Tukey^a

		Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamientos	N	1	2	3	4
T1: 10 % gel huampo	3	,3410			
T2: 20% gel huampo	3		,3887		
T3: 30 % gel huampo	3			,4218	
T4: 40 % gel huampo	3				,4716
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

k

HSD Tukey^a

		Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamientos	N	1	2	3	4
T1: 10 % gel huampo	3	1,9972			
T2: 20% gel huampo	3		3,3729		
T3: 30 % gel huampo	3			4,4948	
T4: 40 % gel huampo	3				4,7756
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anexo 5.1. Evaluación sensorial del sabor según la concentración de chía en la obtención de una bebida funcional con mucílago de corteza de huampo y deulcorado con stevia

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 0,4 % P/P de chía / kg de bebida	5	7	6	5	6	5	6	6	6	5	6	5	7	6	6	6	6	5
T2: 0,6 % P/P de chía / kg de bebida	6	6	6	5	6	4	5	5	6	5	6	5	6	7	6	7	5	5
T3: 0,8 % P/P de chía / kg de bebida	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
T4: 1,0 % P/P de chía / kg de bebida	4	5	3	4	5	4	4	3	3	5	5	6	5	5	5	5	5	5

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 0,4 % P/P de chía / kg de bebida	4	3,5	3	3,5	4	4	4	3,5	2,5	3,5	2	4	3	3,5	3	4	3	3,5
T2: 0,6 % P/P de chía / kg de bebida	3	3,5	3	3,5	2	3	2,5	3,5	2,5	3,5	2	3	4	3,5	4	2	3	3,5
T3: 0,8 % P/P de chía / kg de bebida	1,5	2	3	1,5	2	1,5	2,5	2	2,5	1	2	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1	2
T4: 1,0 % P/P de chía / kg de bebida	1,5	1	1	1,5	2	1,5	1	1	2,5	2	4	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	1

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechaza la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	30,463
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Sabor

Duncan^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T4: 1,0 % P/P de chía / kg de bebida	18	1,722	
T3: 0,8 % P/P de chía / kg de bebida	18	1,806	
T2: 0,6 % P/P de chía / kg de bebida	18		3,056
T1: 0,4 % P/P de chía / kg de bebida	18		3,417
Sig.		,736	,148

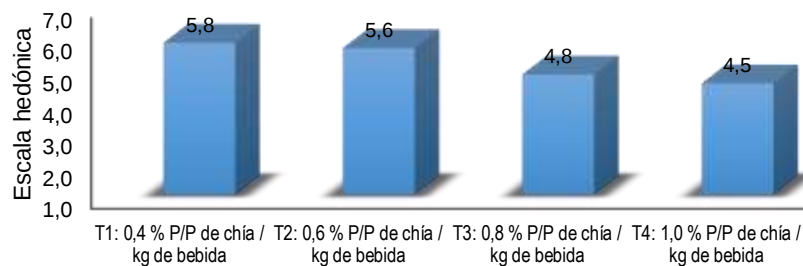
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,544.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.

b. Alfa = 0.05.



Anexo 5.2. Evaluación sensorial de la textura según la concentración de chía en la obtención de una bebida funcional con mucílago de corteza de huampo y deulcorado con stevia

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 0,4 % P/P de chía / kg de bebida	6	7	7	5	6	7	6	6	6	5	6	7	7	6	6	6	6	7
T2: 0,6 % P/P de chía / kg de bebida	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5	6	5	6	7	6	7	6	7
T3: 0,8 % P/P de chía / kg de bebida	5	5	5	5	5	4	6	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5
T4: 1,0 % P/P de chía / kg de bebida	4	5	3	4	5	4	4	3	3	5	4	5	4	4	5	5	4	4

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 0,4 % P/P de chía / kg de bebida	3,5	4	4	3	3,5	4	3	3,5	3,5	2,5	3,5	4	4	3	3,5	3	3,5	3,5
T2: 0,6 % P/P de chía / kg de bebida	3,5	3	3	3	3,5	3	3	3,5	3,5	2,5	3,5	2	3	4	3,5	4	3,5	3,5
T3: 0,8 % P/P de chía / kg de bebida	2	1,5	2	3	1,5	1,5	3	2	2	2,5	1,5	2	2	2	1,5	1,5	1,5	2
T4: 1,0 % P/P de chía / kg de bebida	1	1,5	1	1	1,5	1,5	1	1	1	2,5	1,5	2	1	1	1,5	1,5	1,5	1

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	43,196
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Textura

Duncan^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T4: 1,0 % P/P de chía / kg de bebida	18	1,333		
T3: 0,8 % P/P de chía / kg de bebida	18		1,944	
T2: 0,6 % P/P de chía / kg de bebida	18			3,250
T1: 0,4 % P/P de chía / kg de bebida	18			3,472
Sig.		1,000	1,000	,214

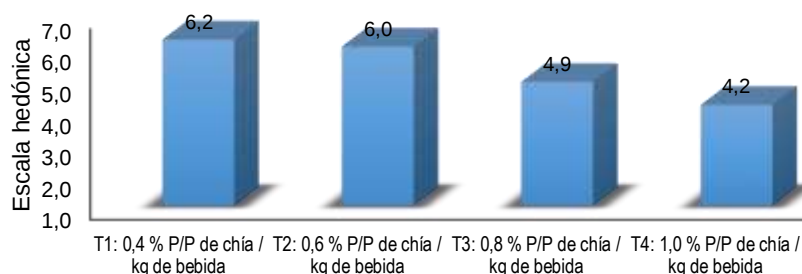
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,281.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.

b. Alfa = 0.05.



Anexo 5.3. Evaluación sensorial de la Apariencia general según la concentración de chíá en la obtención de una bebida funcional con mucílago de corteza de huampo y deulcorado con stevia

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 0,4 % P/P de chíá / kg de bebida	6	5	5	5	4	5	6	5	5	5	4	5	4	5	6	5	6	5
T2: 0,6 % P/P de chíá / kg de bebida	6	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	6
T3: 0,8 % P/P de chíá / kg de bebida	6	6	6	5	6	5	7	6	5	7	5	5	5	6	5	5	6	7
T4: 1,0 % P/P de chíá / kg de bebida	6	7	6	5	5	5	5	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6

5,06
5,39
5,72
5,67

Valores transformados a rangos

Tratamientos	Panelistas																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
T1: 0,4 % P/P de chíá / kg de bebida	2,5	1,5	1	2	1	2,5	3	1,5	2,5	2	1	2	1	1	3,5	2	3	1
T2: 0,6 % P/P de chíá / kg de bebida	2,5	1,5	3	4	3,5	2,5	1,5	1,5	2,5	2	2,5	2	4	3	1,5	2	1	2,5
T3: 0,8 % P/P de chíá / kg de bebida	2,5	3	3	2	3,5	2,5	4	3,5	2,5	4	2,5	2	2,5	3	1,5	2	3	4
T4: 1,0 % P/P de chíá / kg de bebida	2,5	4	3	2	2	2,5	1,5	3,5	2,5	2	4	4	2,5	3	3,5	4	3	2,5

1,89
2,39
2,83
2,89

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,010	Rechaza la hipótesis nula.

Estadísticos de prueba^a

N	18
Chi-cuadrado	11,250
gl	3
Sig. asintótica	,010

a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

ApaGneral

Duncan^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1: 0,4 % P/P de chíá / kg de bebida	18	1,889	
T2: 0,6 % P/P de chíá / kg de bebida	18	2,389	2,389
T3: 0,8 % P/P de chíá / kg de bebida	18		2,833
T4: 1,0 % P/P de chíá / kg de bebida	18		2,889
Sig.		,114	,135

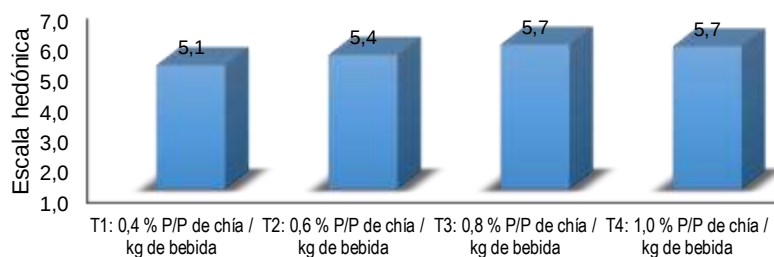
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,869.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.

b. Alfa = 0.05.



Anexo 6.1. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion de gel de huampo óptima y 0,4 % de chia en la obtención de una bebida funcional edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	197,81	200,63	197,94	198,79
90,00	210,96	209,75	210,93	210,55
80,00	226,71	223,96	228,02	226,23
70,00	245,98	246,08	245,50	245,85
60,00	270,27	270,69	271,60	270,85
50,00	302,12	301,67	302,67	302,15
40,00	346,25	346,11	345,77	346,04
30,00	412,79	410,62	414,09	412,50
20,00	528,84	531,32	527,92	529,36
10,00	807,70	805,26	807,84	806,93

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,389 0,3897726 0,3899234
k = 3,298 3,2858825 3,2901178

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Viscosidad aparente promedio
100,00	19,78	20,06	19,79	19,88
90,00	18,99	18,88	18,98	18,95
80,00	18,14	17,92	18,24	18,10
70,00	17,22	17,23	17,18	17,21
60,00	16,22	16,24	16,30	16,25
50,00	15,11	15,08	15,13	15,11
40,00	13,85	13,84	13,83	13,84
30,00	12,38	12,32	12,42	12,38
20,00	10,58	10,63	10,56	10,59
10,00	8,08	8,05	8,08	8,07

Promedio

SD

n = 0,3895653 0,0005
k = 3,2913334 Pa.s 0,0061

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,30	1,30	1,30
1,95	1,28	1,28	1,28
1,90	1,26	1,25	1,26
1,85	1,24	1,24	1,24
1,78	1,21	1,21	1,21
1,70	1,18	1,18	1,18
1,60	1,14	1,14	1,14
1,48	1,09	1,09	1,09
1,30	1,02	1,03	1,02
1,00	0,91	0,91	0,91

REGRESIÓN

Intercepción	0,5182507	0,51665203	0,51721145
Variable X 1	0,389	0,38977259	0,38992341

Anexo 6.2. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion de gel de huampo óptima y 0,6 % de chia en la obtención de una bebida funcional edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	201,61	201,49	202,10	201,73
90,00	212,63	213,36	213,87	213,28
80,00	232,19	231,65	229,94	231,26
70,00	250,03	250,05	251,74	250,61
60,00	275,30	272,44	273,40	273,71
50,00	305,09	306,98	308,46	306,84
40,00	352,66	351,99	351,74	352,13
30,00	419,16	416,21	418,84	418,07
20,00	537,97	534,58	532,92	535,16
10,00	818,59	816,37	817,52	817,49

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,3899405 0,3921475 0,3925886
k = 3,3390511 3,3038802 3,3039243

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	20,16	20,15	20,21	20,17
90,00	19,14	19,20	19,25	19,20
80,00	18,58	18,53	18,40	18,50
70,00	17,50	17,50	17,62	17,54
60,00	16,52	16,35	16,40	16,42
50,00	15,25	15,35	15,42	15,34
40,00	14,11	14,08	14,07	14,09
30,00	12,57	12,49	12,57	12,54
20,00	10,76	10,69	10,66	10,70
10,00	8,19	8,16	8,18	8,17

Promedio

SD

n = 0,3915589 0,0014
k = 3,3156185 Pa.s 0,0203

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,30	1,30	1,31
1,95	1,28	1,28	1,28
1,90	1,27	1,27	1,26
1,85	1,24	1,24	1,25
1,78	1,22	1,21	1,21
1,70	1,18	1,19	1,19
1,60	1,15	1,15	1,15
1,48	1,10	1,10	1,10
1,30	1,03	1,03	1,03
1,00	0,91	0,91	0,91

REGRESIÓN

Intercepción	0,5236231	0,5190243	0,51903068
Variable X 1	0,3899405	0,39214753	0,39258858

Anexo 6.3. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion de gel de huampo óptima y 0,8 % de chia en la obtención de una bebida funcional edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	210,43	208,69	208,13	209,08
90,00	223,81	224,51	225,45	224,59
80,00	238,83	242,96	241,25	241,01
70,00	260,20	259,32	259,28	259,60
60,00	284,68	286,25	287,47	286,13
50,00	318,20	321,14	320,64	319,99
40,00	363,57	364,69	368,22	365,49
30,00	431,22	436,90	436,70	434,94
20,00	556,33	551,71	551,96	553,33
10,00	840,19	837,15	839,83	839,06

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,396944 0,3995915 0,3978344

k = 3,3689193 3,3442546 3,3700193

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	21,04	20,87	20,81	20,91
90,00	20,14	20,21	20,29	20,21
80,00	19,11	19,44	19,30	19,28
70,00	18,21	18,15	18,15	18,17
60,00	17,08	17,18	17,25	17,17
50,00	15,91	16,06	16,03	16,00
40,00	14,54	14,59	14,73	14,62
30,00	12,94	13,11	13,10	13,05
20,00	11,13	11,03	11,04	11,07
10,00	8,40	8,37	8,40	8,39

Promedio

n = 0,3981233

k = 3,3610644 Pa.s

SD

0,0013

0,0146

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,32	1,32	1,32
1,95	1,30	1,31	1,31
1,90	1,28	1,29	1,29
1,85	1,26	1,26	1,26
1,78	1,23	1,23	1,24
1,70	1,20	1,21	1,20
1,60	1,16	1,16	1,17
1,48	1,11	1,12	1,12
1,30	1,05	1,04	1,04
1,00	0,92	0,92	0,92

REGRESIÓN

Intercepción	0,5274906	0,52429933	0,52763239
Variable X 1	0,396944	0,3995915	0,39783437

Anexo 6.4. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante de la concentracion de gel de huampo óptima y 1,0 % de chia en la obtención de una bebida funcional edulcorada con stevia

Velocidad de corte (1/s)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente promedio
100,00	221,84	223,45	223,31	222,87
90,00	239,42	239,75	238,04	239,07
80,00	253,38	253,69	254,69	253,92
70,00	275,25	274,99	273,89	274,71
60,00	300,78	301,13	300,84	300,92
50,00	333,60	338,17	335,50	335,76
40,00	383,31	385,90	382,66	383,95
30,00	456,16	455,63	456,85	456,21
20,00	575,10	575,31	574,29	574,90
10,00	867,87	868,10	868,22	868,06

Consistencia e índice de potencia (n)

n = 0,4094798 0,4110468 0,4100535

k = 3,3805692 3,3704968 3,3751241

Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)	Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	22,18	22,35	22,33	22,29
90,00	21,55	21,58	21,42	21,52
80,00	20,27	20,30	20,37	20,31
70,00	19,27	19,25	19,17	19,23
60,00	18,05	18,07	18,05	18,06
50,00	16,68	16,91	16,78	16,79
40,00	15,33	15,44	15,31	15,36
30,00	13,68	13,67	13,71	13,69
20,00	11,50	11,51	11,49	11,50
10,00	8,68	8,68	8,68	8,68

Promedio

n = 0,4101934

k = 3,3753967 Pa.s

SD

0,0008

0,0050

Log(Velocidad de corte)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)	Log(Esfuerzo cortante)
2,00	1,35	1,35	1,35
1,95	1,33	1,33	1,33
1,90	1,31	1,31	1,31
1,85	1,28	1,28	1,28
1,78	1,26	1,26	1,26
1,70	1,22	1,23	1,22
1,60	1,19	1,19	1,18
1,48	1,14	1,14	1,14
1,30	1,06	1,06	1,06
1,00	0,94	0,94	0,94

REGRESIÓN

Intercepción	0,5289898	0,52769392	0,52828934
Variable X 1	0,4094798	0,41104684	0,41005352

Anexo 6.5. Viscosidad aparente y esfuerzo cortante promedios de concentraciones del mucílago de corteza de huampo en la obtención de una bebida funcional con y chía

Velocidad de corte (1/s)	T1 Viscosidad aparente (cP)	T2 Viscosidad aparente (cP)	T3 Viscosidad aparente (cP)	T4 Viscosidad aparente (cP)
100,00	198,79	201,73	209,08	222,87
90,00	210,55	213,28	224,59	239,07
80,00	226,23	231,26	241,01	253,92
70,00	245,85	250,61	259,60	274,71
60,00	270,85	273,71	286,13	300,92
50,00	302,15	306,84	319,99	335,76
40,00	346,04	352,13	365,49	383,95
30,00	412,50	418,07	434,94	456,21
20,00	529,36	535,16	553,33	574,90
10,00	806,93	817,49	839,06	868,06

Promedio

n	0,38956534	0,39155887	0,3981233	0,41019339
k	3,29133342	3,31561854	3,36106443	3,3753967

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
n	Entre grupos	,001	3	,000	220,927	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,001	11			
k	Entre grupos	,014	3	,005	26,718	,000
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,015	11			

Velocidad de corte (1/s)	T1 Esfuerzo cortante (Pa)	T2 Esfuerzo cortante (Pa)	T3 Esfuerzo cortante (Pa)	T4 Esfuerzo cortante (Pa)
100,00	19,88	20,17	20,91	22,29
90,00	18,95	19,20	20,21	21,52
80,00	18,10	18,50	19,28	20,31
70,00	17,21	17,54	18,17	19,23
60,00	16,25	16,42	17,17	18,06
50,00	15,11	15,34	16,00	16,79
40,00	13,84	14,09	14,62	15,36
30,00	12,38	12,54	13,05	13,69
20,00	10,59	10,70	11,07	11,50
10,00	8,07	8,17	8,39	8,68

n

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1: 0,4 % chía	3	,3896		
T2: 0,6 % chía	3	,3916		
T3: 0,8 chía	3		,3981	
T4: 1,0 % chía	3			,4102
Sig.		,189	1,000	1,000

k

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1: 0,4 % chía	3	3,2913	
T2: 0,6 % chía	3	3,3156	
T3: 0,8 chía	3		3,3611
T4: 1,0 % chía	3		3,3754
Sig.		,185	,566

Anexo 7. Rendimiento de gel mucilaginoso del extracto de la corteza de huampo

Repeticiones	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra	Carbohidratos	Cenizas	pH	Total
1	92,10	1,47	1,57	3,01	1,76	0,13	3,92	100,0
2	92,01	1,50	1,59	3,03	1,78	0,14	3,92	100,0
3	91,91	1,51	1,61	3,05	1,82	0,13	3,93	100,0
Promedio	92,01	1,49	1,59	3,03	1,79	0,13	3,92	100,0
SD	0,095	0,021	0,020	0,020	0,031	0,002	0,006	0,01

Anexo 8.1. Polifenoles totales de la bebida óptima

Repeticiones	Abs 725 nm	Polifenoles totales ug AGE/mL
1	0,19	85,13
2	0,19	86,92
3	0,20	87,81
Promedio	0,19	86,62
SD	0,003	1,369

Anexo 8.2. Capacidad antioxidante de la bebida óptima de huampo y chía

Repeticiones	Control	Abs 517 nm	DPPH (ug AGE/mL)
1	0,899	0,315	38,089
2	0,899	0,307	37,122
3	0,899	0,339	40,991
Promedio	0,899	0,320	38,734
SD	0,000	0,017	2,014

Anexo 8.3. Capacidad antioxidante de la bebida óptima de huampo y chía

Repeticiones	Control	Abs 517 nm	ABTS (ug AGE/mL)
1	0,993	0,541	39,364
2	0,899	0,583	42,413
3	0,899	0,582	42,347
Promedio	0,930	0,569	41,375
SD	0,054	0,024	1,742