

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la proporción de harina de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Salcedo INIA y Pasankalla roja extruidas, y la adición de goma de tara, sobre las características reológicas, índice de adsorción de agua, índice de solubilidad y aceptabilidad general de una sopa instantánea

Área de investigación:
Tecnología de alimentos

Autora:
Br. Escate Layza, Milagros Yessica

Jurado evaluador:

Presidente: Rodríguez Zevallos, Antonio Ricardo

Secretario: Márquez Villacorta, Luis Francisco

Vocal: Pretell Vásquez, Carla Consuelo

Asesora:
Barraza Jáuregui, Gabriela del Carmen

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0376-2751>

TRUJILLO,
PERU 2022

Fecha de sustentación: 28/12/2021

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



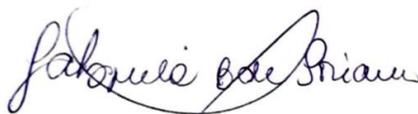
Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos
Presidente



Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta
Secretario



Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez
Vocal



Ing. Ms. Gabriela del Carmen Barraza Jáuregui
Asesora

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional, motivación constante y consejos para la realización y culminación de mi formación profesional.

A todos los docentes que, con mucha dedicación, paciencia y comprensión, me impartieron sus conocimientos e inculcaron valores cada año de la carrera.

A todos mis colegas que compartimos durante 5 años y a los que no, pero también eligieron esta importante carrera, para que puedan seguir adelante con más investigaciones basadas en mi tesis.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Norma y Daniel por haberme tenido paciencia en las decisiones que tomo, por haberme compartido su sabiduría, fortaleza y brindado comodidad para la culminación de mi carrera profesional.

A la Ing. Ms. Gabriela del Carmen Barraza Jáuregui, por haber aceptado ser mi asesora, por la constancia en la realización, desarrollo y culminación de este trabajo de investigación, demostrando que es una excelente asesora, profesional y persona.

A todas mis amistades que me apoyaron emocionalmente y no dudaron de que terminara mi carrera, así como las que me ayudaron en la realización de esta tesis, han sido de gran apoyo para mí.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Sopa instantánea.....	4
2.1.1. Definición.....	4
2.1.2. Ingredientes.....	4
2.2. Quinua.....	4
2.2.1. Usos de la quinua.....	5
2.2.2. Variedades de quinua.....	7
2.2.3. Propiedades funcionales de la harina de quinua.....	9
2.3. Goma de tara.....	9
2.4. Propiedades reológicas de fluidos alimenticios.....	10
2.5. Evaluación sensorial.....	11
III. MATERIALES Y METODOS.....	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.2. Materiales y equipos.....	13
3.3. Método experimental.....	14
3.3.1. Esquema experimental de la investigación.....	14
3.3.2. Diagrama de flujo para obtención de harina extruida de quinua.....	15
3.3.3. Elaboración de la sopa instantánea a base de harina de quinua extruida.....	17
3.4. Métodos de análisis.....	19
3.4.1. Características reológicas.....	19
3.4.2. Índice de adsorción de agua / índice de solubilidad en agua.....	20

3.4.3. Evaluación sensorial	20
3.5. Método estadístico	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Efecto de la proporción de harina de quinua, Salcedo INIA:Pasankalla Roja y adición de goma de tara sobre el coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea	23
4.2. Efecto de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA:Pasankalla Roja y adición de goma de tara sobre el índice de solubilidad y de adsorción de agua de una sopa instantánea	31
4.3. Efecto de las proporciones de harina de quinua Salcedo INIA y Pasankalla Roja y adición de goma de tara sobre la aceptabilidad general de una sopa instantánea	37
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. BIBLIOGRAFÍA	42
VIII. ANEXOS.....	46

INDICE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la quinua	5
Cuadro 2. Composición nutricional de la quinua variedad Salcedo INIA.....	7
Cuadro 3. Composición nutricional de la quinua variedad Pasankalla Roja	8
Cuadro 4. Codificación de los tratamientos a evaluar	14
Cuadro 5. Formulaciones de la sopa instantánea (por 100 g de mezcla).....	18
Cuadro 6. Coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción de harina de quinua, Salcedo INIA:Pasankalla Roja y goma de tara	23
Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea	28
Cuadro 8. Análisis de varianza para el coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo en una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.....	29
Cuadro 9. Prueba de Duncan para el coeficiente de consistencia de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara	30
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara	31
Cuadro 11. Prueba de Levene modificada para valores del índice de solubilidad y adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.....	34
Cuadro 12. Análisis de varianza para el índice de solubilidad y adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara	34
Cuadro 13. Prueba de Duncan para la solubilidad de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.....	35
Cuadro 14. Prueba de Duncan para el índice de adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.....	36
Cuadro 15. Prueba de Friedman para valores de aceptabilidad general de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema experimental para la investigación sobre la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: harina de quinua Pasankalla roja extruidas y concentración de goma de tara en una sopa instantánea.	15
Figura 2.	Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua extruida.....	16
Figura 3	Diagrama de flujo para la elaboración de la sopa instantánea.	17
Figura 4.	Geometría plato-plato	19
Figura 5.	Vista plato rugoso fijo	19
Figura 6.	Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de la sopa instantánea a base de harina de dos variedades de quinua y goma de tara.....	21
Figura 7.	Curvas de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción harina de quinua Salcedo INIA:Pasankalla Roja (0:100) y goma de tara (0.1%,0.2% y 0.3%).....	24
Figura 8.	Curvas de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción harina de quinua Salcedo INIA:Pasankalla roja (50:50) y goma de tara (0.1%, 0.2% y 0.3%).....	24
Figura 9.	Curvas de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción harina de quinua Salcedo INIA:Pasankalla Roja (100:0) y goma de tara (0.1%, 0.2% y 0.3%).....	25
Figura 10.	Coeficiente de consistencia de una sopa instantánea en función de la proporción harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara.....	27
Figura 11.	Índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara.	27
Figura 12.	Índice de solubilidad de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.....	32
Figura 13.	Índice de adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara.	33

Figura 14. Aceptabilidad general (moda) de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.....37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de velocidad de corte y esfuerzo de corte para los tratamientos evaluados.....	46
Anexo 2. Coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad e índice de adsorción de agua para los tratamientos evaluados.....	49
Anexo 3. Reómetro Haake Mars 60.....	51

RESUMEN

Se evaluó el efecto de tres proporciones de harina de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) extruidas, Salcedo INIA y Pasankalla Roja, (0:100, 50:50 y 100:0) y tres concentraciones de goma de tara (0.1, 0.2 y 0.3%), sobre el coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad en agua, índice de adsorción de agua y aceptabilidad general de una sopa instantánea. Para tal efecto, quinua, variedades Salcedo INIA/Pasankalla Roja con contenido de humedad no mayor de 9%, fueron extruidas y el producto extruido fue molido, tamizado y envasado. Luego, se mezclaron con los ingredientes y las tres proporciones de goma de tara durante 5 minutos y la sopa instantánea se envasó en bolsas metalizadas con capacidad de 100 g y almacenó a 10 °C y 40% de humedad relativa hasta su posterior análisis. Se encontró que, la proporción de harina de dos variedades de quinua extruidas y la concentración de goma de tara presentaron efecto significativo sobre el coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad en agua e índice de adsorción de agua, a diferencia de la aceptabilidad general, donde no se observó efecto significativo. En adición, los tratamientos T7 (100:0; 0.1%) y T9 (100:0; 0.3%) presentaron adecuada aceptabilidad general (moda de 9 puntos, correspondiente a “Me gusta muchísimo”), con valores de coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad en agua e índice de adsorción de agua de 0.023 ± 0.001 y 0.051 ± 0.005 Pa.sⁿ; 0.783 ± 0.005 y 0.698 ± 0.034 ; $43.36 \pm 0.34\%$ y $38.6 \pm 0.35\%$; $4.40 \pm 0.04\%$ y $4.67 \pm 0.02\%$, respectivamente.

ABSTRACT

The effect of three proportions of flour of two extruded varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), Salcedo INIA and Pasankalla Roja, (0: 100, 50:50 and 100: 0) and three concentrations of gum of tara (0.1, 0.2 and 0.3%), on the consistency coefficient, flow behavior index, water solubility index, water absorption index and general acceptability of an instant soup, was evaluated. For this purpose, quinoa, Salcedo INIA / Pasankalla Roja varieties with moisture content no greater than 9%, were extruded and the extruded product was ground, sieved and packaged. Then, they were mixed with the ingredients and the three proportions of tara gum for 5 minutes and the instant soup was packed in metallized bags with a capacity of 100 g and stored at 10 °C and 40% relative humidity until its later analysis. It was found that the proportion of flour of two extruded varieties of quinoa and the concentration of tara gum, presented a significant effect on the consistency coefficient, flow behavior index, water solubility index and water adsorption index, unlike general acceptability, where no significant effect was observed. In addition, treatments T7 (100: 0; 0.1%) and T9 (100: 0; 0.3%), presented adequate general acceptability (mode of 9 points, corresponding to "I like it very much"), with values of consistency coefficient, flow behavior index, water solubility index and water adsorption index of 0.023 ± 0.001 and 0.051 ± 0.005 Pa.sⁿ; 0.783 ± 0.005 and 0.698 ± 0.034 ; $43.36 \pm 0.34\%$ and $38.6 \pm 0.35\%$; $4.40 \pm 0.04\%$ and $4.67 \pm 0.02\%$, respectively.

I. INTRODUCCIÓN

Las sopas instantáneas forman parte del grupo de alimentos deshidratados más reconocidos y representativos del mercado de alimentos instantáneos, debido a que solo requieren la adición de agua y corto calentamiento para su preparación. Muestran un impacto social positivo, primordialmente en aquellos consumidores que presentan poco tiempo para preparar sus alimentos. De igual modo, las sopas deshidratadas pueden ser preparadas rápidamente e incluso agregar ingredientes regionales, a un costo bajo y sin riesgo alimentario. Estas sopas se consideran como un medio para hacer llegar a la población alto nivel de proteínas y minerales, así como elevado valor nutricional y alimenticio (Limonés y García, 2011).

La producción de quinua se ha intensificado, debido a la creciente demanda nacional e internacional. Se cultiva en valles interandinos y el altiplano, debido a su versatilidad y fácil adaptación a climas diferentes. A raíz de la declaración del 2013 como el Año Internacional de la Quinua, surgió el “boom” gastronómico de la cocina peruana y el impulso de su industrialización a nivel nacional, generando interés por conocer, investigar, producir y consumir este grano andino por sus excelentes propiedades alimenticias y nutricionales (Apaza y otros, 2013).

La quinua es un grano altamente nutritivo con gran potencial de uso en la agroindustria, por ello es necesaria procesarla, para un mejor aprovechamiento de sus cualidades nutritivas, potenciar su valor nutritivo, mayor disponibilidad de nutrientes, facilidad de preparación y mejor presentación. Su consumo es solicitado a nivel internacional por su proteína de alto valor biológico, en forma de hojuelas o de harina en mezclas alimenticias (Chávez, 2009).

La transformación del grano de quinua potencia su valor como alimento, permite aprovechar sus cualidades nutritivas, facilita la preparación y presentación de productos y mejora la disponibilidad de nutrientes. A partir

este grano se obtienen productos expandidos, granola, barras energéticas, harina, leche, hojuelas, extruidos, almidones, colorantes, saponina, concentrados proteicos, germinados, bebidas malteadas, fideos, etc. La harina quinua puede sustituir parcialmente a la harina de trigo en productos de panificación, galletería y pastas, incrementando su valor nutritivo. El grano no contiene gluten, lo que faculta su utilización en la preparación de alimentos dietéticos apropiados para personas celíacas, con problemas de sobrepeso o enfermos convalecientes. Estos derivados encajan dentro de la tendencia mundial de consumo de productos naturales, constituyendo un interesante potencial de mercado. El grano también es apropiado para las personas de la tercera edad y sometidas a dietas adelgazantes, por su contenido de fibra dietética, la misma que ayuda al organismo, reduciendo el nivel del colesterol en la sangre y mejorando el funcionamiento del sistema digestivo. Por esta razón, los consumidores en los países desarrollados la catalogan como un alimento dietético (Villacrés y otros, 2011).

La goma de tara es un polvo blanco o beige obtenido moliendo el endospermo de la semilla del árbol *Caesalpinia spinosa*, que es nativo de Perú. El mayor componente de la goma de tara son los polisacáridos de galactomanano, que consisten de una cadena principal lineal de unidades (1-4) - β -D-manopiranosas unidos por (1-6) enlace con unidades de α -D-galactopiranosas (Wu y otros, 2015). La goma de tara (E 417) está autorizada como aditivo alimentario en la Unión Europea (UE) según el anexo II y III del Reglamento (CE) 1333/2008 sobre aditivos alimentarios, siendo evaluada previamente por el Comité Científico de la UE para la Alimentación (SCF) y el Comité Mixto FAO / OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), quienes asignaron una ingesta diaria aceptable (IDA) "no especificada" para esta goma (FAO, 2013). La goma de tara figura como un aditivo alimentario en muchos países y funciona principalmente como espesante y estabilizante, cuyas propiedades reológicas son

cruciales para la viscosidad y consistencia del producto (Mortensen y otros, 2017).

Por lo expuesto, en el presente trabajo de investigación se planteó el siguiente problema:

¿Cuál es el efecto de la proporción de harina de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), Salcedo INIA y Pasankalla Roja extruidas, y la adición de goma de tara, sobre las características reológicas, índice de adsorción de agua, índice de solubilidad y aceptabilidad general de una sopa instantánea?

Siendo los objetivos:

Evaluar el efecto de tres proporciones de harina de dos variedades de quinua extruidas y tres concentraciones de goma de tara, sobre el coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad en agua, índice de adsorción de agua y aceptabilidad general de una sopa instantánea

Determinar la proporción de harina de dos variedades de quinua extruidas y la concentración de goma de tara, que permita obtener valores más adecuados del coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad en agua, índice de adsorción de agua y aceptabilidad general de una sopa instantánea.

II. REVISION DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Sopa instantánea

2.1.1. Definición

Sopas instantáneas son productos elaborados a base de mezclas de cereales y sus derivados, leguminosas, verduras, pastas, carnes en general incluyendo las de aves, pescados y mariscos, leche y sus derivados, con la adición o no de condimentos y/o sustancias saborizantes, grasas comestibles, cloruro de sodio, especias y sus extractos naturales o destilados u otros productos alimenticios que mejoran su sabor y aditivos permitidos y cocción de una mezcla equivalente de ingredientes, de acuerdo con las instrucciones para su uso (NTC 4482, 1998).

2.1.2. Ingredientes

Las sopas instantáneas se elaboran a base cereales y sus derivados, leguminosas sometidas a tratamiento térmico, verduras deshidratadas, hongos comestibles, carnes en general incluyendo las de aves, pescados y mariscos, leche y sus derivados, alimentos grasos, extractos de carnes y levaduras, proteínas hidrolizadas, sal, especias y sus extractos y aditivos permitidos. Pueden contener carne y/o extracto de carne, grasa, vegetales y/o sus extractos, fideos, sal, glutamatos, especias, condimentos y colorantes naturales permitidos (INEN, 2011).

2.2. Quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es una planta herbácea considerada un pseudocereal, debido a que botánicamente no pertenece al grupo de los cereales: arroz, trigo, cebada o maíz (Revelo, 2010). El Cuadro 1 muestra la clasificación taxonómica de la quinua.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la quinua

Reino	<i>Vegetal</i>
División	<i>Fanerógamas</i>
Clase	<i>Dicotiledóneas</i>
Subclase	<i>Angiospermas</i>
Orden	<i>Centropermales</i>
Familia	<i>Chenopodiaceae</i>
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd

Fuente: Revelo (2010).

La quinua posee una gran cantidad de minerales, vitaminas, proteínas y otros elementos esenciales para la alimentación humana, según la FAO y OMS, por su alto valor nutricional. Es interesante anotar que el almidón de quinua empieza a gelatinizarse a temperaturas similares a las del trigo o la papa. Además, la quinua posee alto contenido de vitaminas, especialmente C, E y del complejo B. También es rica en minerales como el hierro, fósforo, potasio y calcio (Yntusca, 2018).

La quinua es reconocida por su alto valor nutritivo, contiene 16 aminoácidos, 10 de los cuales son esenciales: histidina, fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina y arginina, debiendo ser aportados por la dieta. El contenido de lisina en la harina de quinua duplica al contenido en los cereales, siendo también uno de los aminoácidos más escasos en los alimentos de origen vegetal (Yntusca, 2018).

2.2.1. Usos de la quinua

La quinua se consume como el arroz, en grano; sus hojas tiernas se comen guisadas como las acelgas y espinacas; su tallo y hojas verdes se aprovechan como ensalada; se prepara además sopas o

mazamorra; con su harina se elaboran panecillos y galletas. Igualmente se pueden utilizar sus raíces (Yntusca, 2018).

La harina de quinua es utilizada para enriquecer harinas de panificación, en la elaboración de galletas, barritas, tartas, batidos, pasteles, fideos, aportando un alto valor nutritivo. Se utiliza igualmente en la elaboración de alimentos rebozados, enriqueciéndolos, conservando su humedad y aportando un sabor muy agradable, así como una textura fina y especial. Así se consigue elaborar alimentos altamente energéticos, muy agradables, 100% naturales sin colesterol y libres de gluten (Yntusca, 2018).

- a) Pastas de quinua. Un buen alimento sano y nutritivo, estas pastas están hechas con una mezcla de sémola de trigo candeal y sémola de quinua real orgánica y con resultados extraordinarios, obteniendo textura y gusto muy delicado.
- b) Harina de quinua. Para repostería, incrementa el valor nutritivo de cualquier alimento; en pastas, panes, galletas. Además, es una de las pocas harinas para celíacos que tiene un gran valor nutritivo.
- c) Harina tostada de quinua. Quinua cocida finamente molida, para mezclar con agua fría y azúcar para refrescos o con agua hervida, leche y azúcar; también para acompañar una rica sandía.
- d) Hojuelas de quinua. Quinua procesada tipo avena, para sopas, en el desayuno con leche, para postres se puede cocer con frutas. (Yntusca, 2018).

2.2.2. Variedades de quinua

A. Quinua variedad Salcedo INIA

La quinua Salcedo INIA se obtuvo por selección surco-panoja a partir de la introducción de material genético de la cruce de las variedades “Real Boliviana” x “Sajama” realizada en Patacamaya. Material genético introducido a través del Programa Nacional de Cultivos Andinos en el año 1989. Inicialmente se procedió a seleccionar plantas adecuadas para las condiciones agroecológicas de las áreas dedicadas al cultivo de quinua en el departamento de Puno; en las pruebas de rendimiento, estabilidad fenotípica, comprobación y producción de semilla básica de 1989 a 1995 (INIA, 2013). En el Cuadro 2 se muestra su valor nutricional (Apaza y otros, 2013).

Cuadro 2. Composición nutricional de la quinua variedad Salcedo INIA

Descripción	Valor
Humedad (g/100g)	8.66
Proteínas (g/100g)	16.23
Fibra (g/100g)	1.84
Cenizas (g/100g)	2.00
Grasa (g/100g)	5.20
Extracto libre de nitrógeno (g/100g)	66.07
Energía (kcal/100 g)	372.19

Fuente: Apaza y otros (2013).

Se utiliza en la preparación de sopas, guisos, postres y bebidas. Industrialmente se ha obtenido productos tales como: quinua perlada, hojuelas de quinua, harina de quinua, quinua

precocida, quinua instantánea, fideos, sémola, entre otros (INIA, 2013).

B. Quinua variedad Pasankalla Roja

La adaptación de la variedad Pasankalla es en zona agroecológica suni del altiplano entre los 3800 y 3900 m.s.n.m., con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperaturas de 4-15 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5.5 a 8.0. También se adapta a valles interandinos entre los 2750 a 3750 msnm y en costa entre los 640 y 1314 m.s.n.m., temperatura máxima de 24-25 °C en suelos de textura franco arenoso (INIA, 2006). En el Cuadro 3 se muestra su valor nutricional (Apaza y otros, 2013).

Cuadro 3. Composición nutricional de la quinua variedad Pasankalla Roja

Descripción	Valor
Humedad (g/100g)	9.62
Proteínas (g/100g)	17.83
Fibra (g/100g)	3.00
Cenizas (g/100g)	2.83
Grasa (g/100g)	6.29
Extracto libre de nitrógeno (g/100g)	60.43
Energía (kcal/100 g)	364.68

Fuente: Apaza y otros (2013).

Es una variedad obtenida en el 2006 en el distrito de Ácora-Puno por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Es una variedad óptima para la agroindustria con alta productividad y buena calidad de grano (INIA, 2006).

2.2.3. Propiedades funcionales de la harina de quinua

El desempeño exitoso de harinas de cereales y leguminosas como ingrediente alimentario depende de las características funcionales, como capacidad de formación de espuma, emulsificación, gelificación, adsorción de agua y aceite y viscosidad que contribuyen a la calidad del producto final. Se han descrito algunas propiedades funcionales de la harina de quinua, principalmente solubilidad, capacidad de adsorción de agua, gelificación, capacidad de formación de espuma y capacidad emulsificante (James, 2009).

La solubilidad está relacionada con el equilibrio hidrofílico-hidrofóbico de las proteínas y la termodinámica de su interacción con el solvente. Otra propiedad relacionada con la hidratación, es el índice de adsorción de agua. Ogungbenle (2009) informó valores de 14.7% para harina de quinua, valor que disminuyó en 79.5% en presencia de sales (concentración de sal entre 0.5% y 10%) (James, 2009).

2.3. Goma de tara

La goma de tara se obtiene por molienda del endospermo de semilla del árbol *Caesalpinia spinosa*, siendo su principal componente el galactomanano, conformado por una cadena principal lineal de unidades (1-4)- β -D-manopiranosas, unido por (1-6) enlace con unidades α -D-galactopiranosas (Wu y otros, 2015).

La goma de tara es similar a la goma guar y la goma de algarrobo en términos de estructura y propiedades funcionales. La proporción de manosa a galactosa en la goma de tara es 3: 1, mientras que es 2: 1 y 4: 1 en goma guar (GG) y goma de algarrobo (LBG), respectivamente. Al igual que la GG, la goma tara puede alcanzar una alta viscosidad en agua en pocos minutos. Similar a la goma LBG, la goma de tara puede actuar de forma sinérgica con agar y goma xantana para aumentar la resistencia del gel y hacerlo menos propenso a la sinéresis. En los últimos años, el precio

de la goma guar y LBG ha aumentado considerablemente debido al rápido incremento de la demanda. El árbol de tara tiene un ciclo de crecimiento corto y permite un menor precio de la goma, por lo que la goma de tara se puede utilizar como alternativa de GG y LBG (Wu y otros, 2015).

La goma de tara está clasificada como un aditivo alimentario en muchos países y funciona principalmente como espesante y estabilizante. Sus propiedades reológicas pueden verse afectadas por la concentración, temperatura y concentración de sacarosa, pH y sales (Wu y otros, 2015).

2.4. Propiedades reológicas de fluidos alimenticios

Las propiedades reológicas se determinan en relación con el esfuerzo aplicado en un material y la posterior deformación en función del tiempo. La viscosidad y el esfuerzo de corte son parámetros claves implicados en la reología de fluidos alimenticios. Son el esfuerzo de corte es la fuerza aplicada por unidad de área y se expresa en unidades de Pa o N/m^2 y convencionalmente es denotado por σ . La viscosidad (η) es una medida de la resistencia al flujo de un fluido y está definida como la relación entre el esfuerzo de corte aplicado (σ) y la velocidad de corte ($\dot{\gamma}$) (Ahmed y otros, 2019).

Según la ley de Newton, para un líquido viscoso ideal, el esfuerzo de corte aplicado es proporcional a la velocidad de corte, pero es independiente de la deformación; en otras palabras, la viscosidad (η) es una constante. Aquellas soluciones o dispersiones de polímeros en las cuales, la viscosidad depende de la velocidad de corte se llaman fluidos no newtonianos (Ahmed y otros, 2019).

Un modelo matemático útil para describir el comportamiento de fluidos no newtonianos independientes del tiempo, es la ley de la potencia de Ostwald-de Waele (Ecuación 1) (Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2003)

$$\sigma = k * \left(\dot{\gamma} \right)^n \quad (1)$$

Donde:

k (Pa.sⁿ): índice de consistencia

n (adimensional): índice de comportamiento de flujo.

Dependiendo del valor de n, los fluidos se denominan pseudoplásticos (n<1), dilatantes (n>1), y newtonianos (n=1) (Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2003). Tanto k como n son dependientes de la concentración y en general, cuando el peso molecular o la concentración o del polímero se incrementa, k aumenta y n disminuye (Ahmed y otros, 2019).

2.5. Evaluación sensorial

Es muy importante considerar las propiedades organolépticas de los alimentos y su evaluación desde el punto de vista de los sentidos humanos. El análisis sensorial comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y aporta una información muy útil para el desarrollo de productos, para los tecnólogos alimentarios y para las empresas. El consumidor integra todas las características sensoriales, como apariencia, textura, sabor y color para juzgar la aceptabilidad del producto (Anzaldúa-Morales, 2005)

Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de los alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto) (Anzaldúa-Morales, 2005).

Entre las pruebas afectivas se tiene a la clasificación hedónica, que se emplea cuando se desea evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto, se puede recurrir a las pruebas de medición del grado de satisfacción. Para realizar estas pruebas se utilizan escalas hedónicas, las cuales son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes la prueban e incluyen generalmente

una sección en la que se da oportunidad a los jueces para que expresen sus comentarios. Adicionalmente, es recomendable someter el producto a una degustación en un lugar estratégico para obtener así las reacciones de los consumidores (Anzaldúa-Morales, 2005).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Este proyecto se realizó en el Laboratorio de Ciencia de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales y equipos

- Quinoa Salcedo INIA, marca Proanpe S.A.C.
- Quinoa Pasankalla Roja, marca Proanpe S.A.C.
- Goma de Tara, marca Silvateam Perú S.A.C.
- Sal, azúcar, ajos, cebolla, orégano y perejil en polvo
- Glutamato monosódico
- Balanza analítica. Marca AND, modelo GR-200, Capac. 210 g aprox. 0.0001 g
- Agitador Magnetic Stirrer MMS-3000. Marca Boeco, Germany.
- Estufa. Marca MEMMERT, modelo UNE-300 Rango 20-220 °C. Precisión ± 0.1 °C
- Reómetro (Haake Mars 60), geometría plato-plato rugoso (40 mm de diámetro)
- Selladora. Marca Fischbein. Modelo CD200-110. Ancho de sellado: 200 mm - 110 voltios
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de -50 a 200 °C. Precisión + 0.05 °C
- Extrusor de tornillo simple para alimentos. Modelo SX-GP 55. Capacidad 80 kg/h. Procedencia China
- Molino de martillos. Modelo F 180. Capacidad 10-30 kg/h. Potencia 2.2 kW. Procedencia China.

3.3. Método experimental

3.3.1. Esquema experimental de la investigación

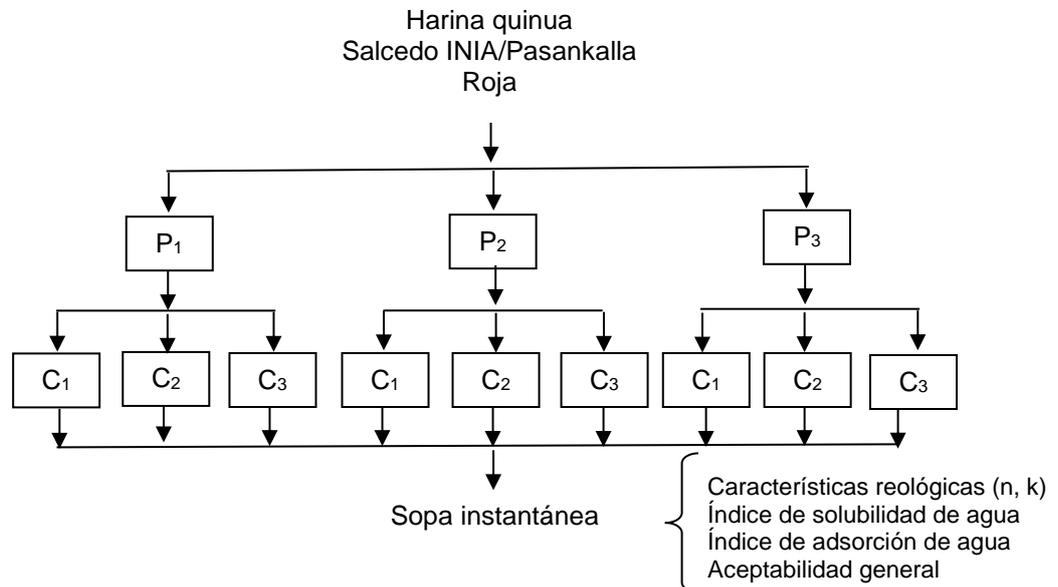
Para evaluar el efecto de la proporción de harina de dos variedades de quinua extruidas, Salcedo INIA (SI) y Pasankalla Roja (PR), y la concentración de goma de tara, se utilizó un diseño factorial de 3 x 3 con 3 repeticiones.

En la Figura 1 se presenta el esquema experimental para evaluar el efecto de la proporción de harina de dos variedades de quinua extruidas y la concentración de goma de tara, sobre las características reológicas, índice de solubilidad de agua, índice de adsorción de agua y aceptabilidad general de una sopa instantánea.

En el Cuadro 4 se presenta la codificación de los tratamientos a evaluar.

Cuadro 4. Codificación de los tratamientos a evaluar

Tratamiento	Proporción harina de SI:PR extruidas	Concentración goma de tara (%)
T1	0:100	0.1
T2	0:100	0.2
T3	0:100	0.3
T4	50:50	0.1
T5	50:50	0.2
T6	50:50	0.3
T7	100:0	0.1
T8	100:0	0.2
T9	100:0	0.3



Leyenda:

P: proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja

P₁: 0.0: 100.0

P₂: 50: 50

P₃: 100:0.0

C: concentración goma tara

C₁: 0.1%

C₂: 0.2%

C₃: 0.3%

Figura 1 Esquema experimental para la investigación sobre la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: harina de quinua Pasankalla roja extruidas y concentración de goma de tara en una sopa instantánea.

3.3.2. Diagrama de flujo para obtención de harina extruida de quinua

En la Figura 2 se presenta el diagrama de flujo para la obtención de la harina de quinua (SI/PR) extruida.

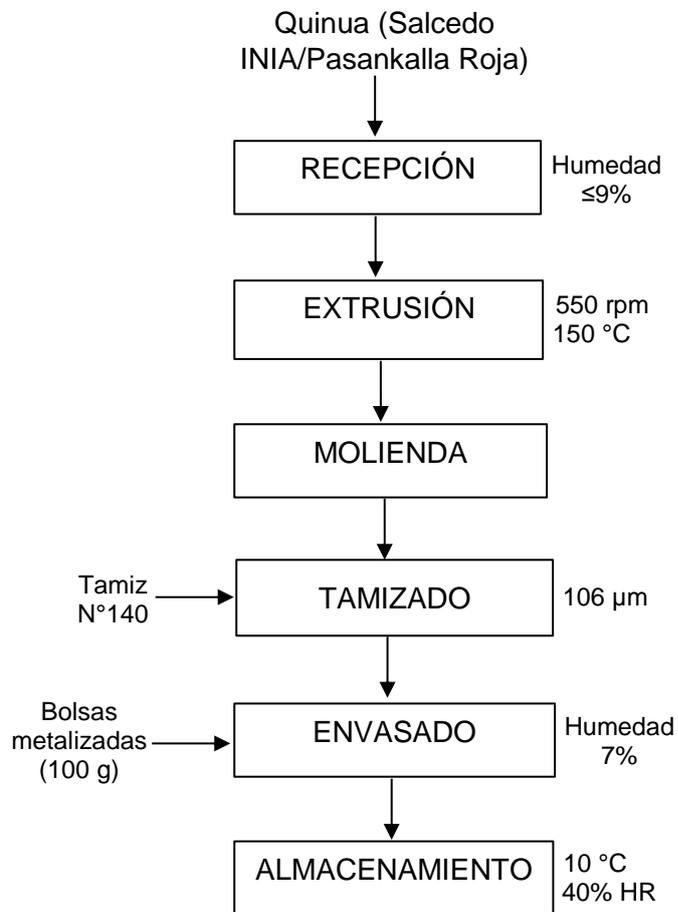


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua extruida

A continuación, se describe cada operación presentada en el diagrama de flujo de la Figura 2.

RECEPCIÓN. Se recibió la quinua variedades Salcedo INIA/Pasankalla Roja procesada, con contenido de humedad no mayor de 9%.

EXTRUSIÓN. La extrusión de las dos variedades de quinua, de acuerdo a las combinaciones del esquema experimental, se realizó en un extrusor de tornillo simple a una velocidad de 550 rpm y a 150 °C.

MOLIENDA. La molienda de la quinua extruida se realizó de cada variedad por separado en un molino de martillos para reducir el tamaño de partícula.

TAMIZADO. La quinua extruida molida fue tamizada a través de un tamiz N° 140 (serie ASTM) de abertura de malla 106 μm .

ENVASADO. La harina de quinua SI/PR extruida, con humedad promedio de 7% se envasó en bolsas metalizadas con capacidad de 100g.

ALMACENAMIENTO. La harina de quinua SI/PR extruida envasada, fue almacenada a 10 °C y 40% de humedad relativa (HR) hasta su posterior proceso.

3.3.3. Elaboración de la sopa instantánea a base de harina de quinua extruida

En la Figura 3 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de una la sopa instantánea a base de harina de quinua extruida.

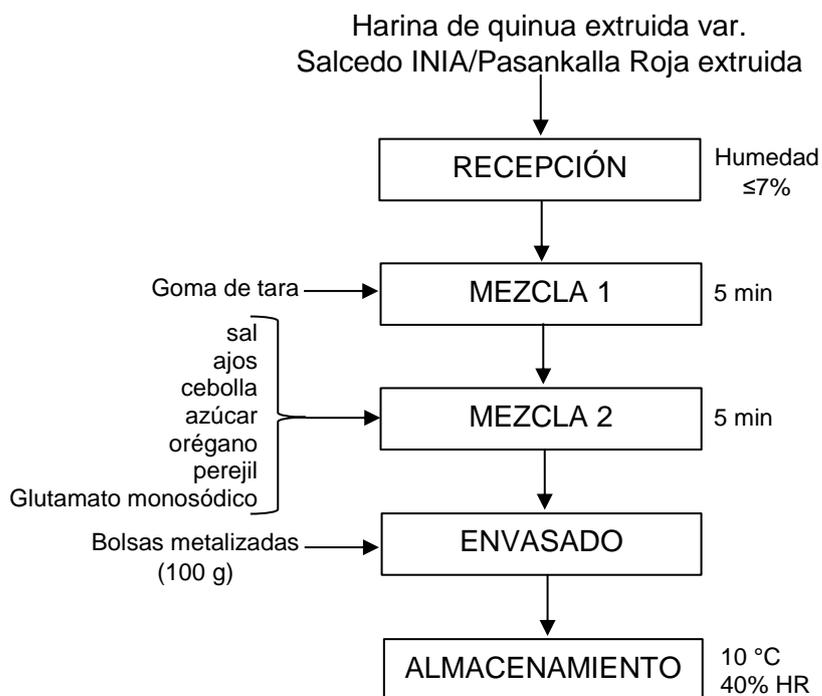


Figura 3 Diagrama de flujo para la elaboración de la sopa instantánea.

A continuación, se describe cada operación presentada en el diagrama de flujo de la Figura 3.

RECEPCIÓN. Se recibió harina extruida de quinua SI/PR con contenido de humedad no mayor de 7%.

MEZCLA 1. Se colocó la harina extruida en un frasco y se adicionó la goma de tara, en proporción sobre la base de cantidad de harina de quinua empleada en la formulación, según la cantidad indicada en el Cuadro 5. Las proporciones se muestran en el Cuadro 5. Se mezcló durante 5 minutos.

MEZCLA 2. Se adicionaron al frasco de vidrio conteniendo la harina de quinua extruida y goma de tara, los ingredientes secos y molidos de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 5 y se mezcló durante 5 minutos de manera manual.

ENVASADO. La sopa instantánea se envasó en bolsas metalizadas con capacidad de 100 g.

ALMACENAMIENTO. La sopa instantánea envasada fue almacenada a 10 °C y 40% de humedad relativa (HR) hasta su posterior análisis.

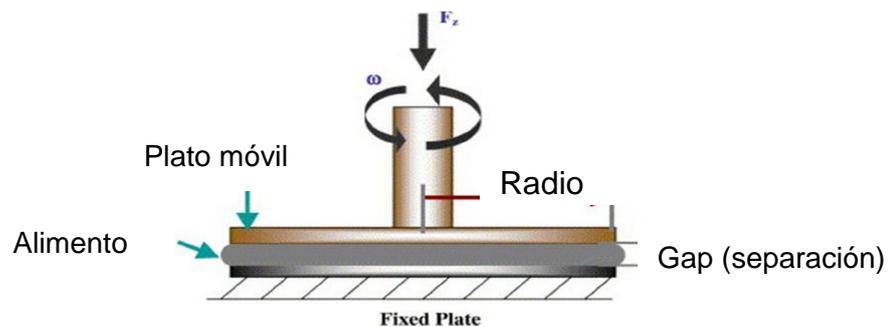
Cuadro 5. Formulaciones de la sopa instantánea (por 100 g de mezcla).

Ingredientes	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₇	T₈	T₉
Harina de quinua Var. SI	80	80	80	40	40	40			
Harina de quinua Var. PR				40	40	40	80	80	80
Sal	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ajos en polvo	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cebolla en polvo	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Azúcar	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Orégano en polvo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Perejil en polvo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Glutamato monosódico	6	6	6	6	6	6	6	6	6
TOTAL	100								
Goma de tara	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Características reológicas

Las curvas de flujo fueron obtenidas con un reómetro (Haake Mars 60) utilizando la geometría plato-plato rugoso (40 mm de diámetro) (Figura 4), a una temperatura de 50 °C y a partir de ellas, se calculó el índice de comportamiento de flujo y el coeficiente de consistencia. Las mediciones del esfuerzo de corte se realizaron cada segundo en el rango de 0.1 a 40 (1/s) de velocidad de corte (Anexo 1) (Agudelo y otros, 2014), empleándose una separación entre placas (gap) de 1 mm. En la Figura 5 se presenta una vista del plato fijo.



Fuente: Texture Technologies y Stable Micro Systems (2016).

Figura 4. Geometría plato-plato



Fuente: Texture Technologies y Stable Micro Systems (2016).

Figura 5. Vista plato rugoso fijo

Determinación de k y n

Para determinar el índice de comportamiento de flujo y el coeficiente de consistencia se empleó la Ley de la potencia o modelo Ostwald-de-Waele, con coeficientes de determinación R^2 superior a 0.90 (Montgomery, 2011).

3.4.2. Índice de absorción de agua / índice de solubilidad en agua

El índice de adsorción de agua (WAI) y el índice de solubilidad en agua (WSI) de las muestras se determinaron según el método propuesto por Du y otros (2014) con ligeras modificaciones. Una muestra de 2.5 g se disolvió en 30 mL de agua destilada y se calentó en baño María a 70 °C durante 30 min. Posteriormente la mezcla cocida se enfrió a temperatura ambiente, se transfirió a tubos de centrífuga previamente pesados y se centrifugó a 3000 g" durante 20 min. El sobrenadante se decantó en una cápsula de secado previamente pesada para determinar su contenido de sólidos y se pesó el sedimento.

El peso de los sólidos secos se determinó evaporando el sobrenadante en una estufa durante 24 horas a 105 °C. El WAI y WSI se calcularon utilizando las ecuaciones 3 y 4.

$$WAI = \frac{PS}{PM} \quad (3)$$

$$WSI = \frac{PSS}{PM} * 100 \quad (4)$$

Donde:

WAI: Índice de adsorción de agua (g/g muestra)

WSI: Índice de solubilidad en agua (g/100 g muestra)

PS: peso del sedimento

PM: peso de muestra

PSS: peso de sólidos disueltos en el sobrenadante

3.4.3. Evaluación sensorial

Para evaluar la aceptabilidad general de la sopa instantánea a base de harina de quinua SI/PR y goma de tara, se empleó una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde 9: Me gusta muchísimo, 8: Me gusta mucho, 7: Me gusta bastante, 6: Me gusta ligeramente, 5: Ni me gusta ni me disgusta, 4: Me disgusta ligeramente, 3: Me disgusta bastante, 2: Me

disgusta mucho y 1: Me disgusta muchísimo, con 30 panelistas no entrenados, y representantes del público objetivo (Gómez y Artés, 2005).

Se colocaron 30 g de la mezcla de ingredientes deshidratados en platos hondos descartables de color blanco de 100 mL debidamente codificados con 3 dígitos al azar, luego se añadió 60 mL de agua a 80 °C, para obtener la consistencia característica de la sopa. Al momento de la evaluación sensorial, las muestras de sopa presentaron una temperatura de 50 °C.

En la Figura 6, se muestra la cartilla para la evaluación sensorial con escala hedónica.

ACEPTABILIDAD GENERAL	
Nombre: _____	Fecha: _____
Producto: Sopa (instantánea) a base que harina de quinua	
Deguste las muestras de sopas (instantáneas) que se le presenten e indique, según la escala, su opinión sobre ellas.	
Marque con un aspa (X) en el renglón que corresponda a la percepción de aceptabilidad de la muestra.	
ESCALA	Código muestra
Me gusta muchísimo	_____
Me gusta mucho	_____
Me gusta bastante	_____
Me gusta ligeramente	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____
Me disgusta ligeramente	_____
Me disgusta bastante	_____
Me disgusta mucho	_____
Me disgusta muchísimo	_____
Comentarios: _____	

Fuente: Anzaldúa-Morales, (2005).

Figura 6. Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de la sopa instantánea a base de harina de dos variedades de quinua y goma de tara.

3.5. Método estadístico

Para la evaluación de las variables paramétricas: coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad, índice de adsorción de agua, se utilizó el diseño factorial 3 x 3 con 3 repeticiones, utilizándose la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas, seguido del análisis de la varianza para evaluar el efecto de la variable independiente y finalmente la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Para la evaluación de la aceptabilidad general se utilizaron las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon. Todas las evaluaciones se realizaron con un nivel de confianza del 95%, empleándose el software SPSS versión 22.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la proporción de harina de quinua, Salcedo INIA: Pasankalla Roja y adición de goma de tara sobre el coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea

En el Cuadro 6 se resume los valores de las propiedades reológicas de una sopa instantánea (Anexo 2), y en las Figuras 7, 8 y 9 se muestran las curvas de flujo de los tratamientos evaluados. Como se observa, todos los tratamientos mostraron comportamiento no newtoniano, tipo pseudoplástico, cuyo esfuerzo de corte se incrementó al aumentar la velocidad de corte.

Cuadro 6. Coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción de harina de quinua, Salcedo INIA:Pasankalla Roja y goma de tara

Tratamiento	Proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja	Goma tara (%)	Coeficiente de consistencia (Pa.s ⁿ)	Índice de comportamiento de flujo
T1	0:100	0.1	0.018±0.001	0.789±0.005
T2	0:100	0.2	0.018±0.002	0.789±0.006
T3	0:100	0.3	0.022±0.001	0.760±0.025
T4	50:50	0.1	0.022±0.002	0.809±0.012
T5	50:50	0.2	0.026±0.003	0.796±0.005
T6	50:50	0.3	0.030±0.006	0.772±0.045
T7	100:0	0.1	0.023±0.001	0.783±0.005
T8	100:0	0.2	0.039±0.009	0.692±0.102
T9	100:0	0.3	0.051±0.005	0.698±0.034

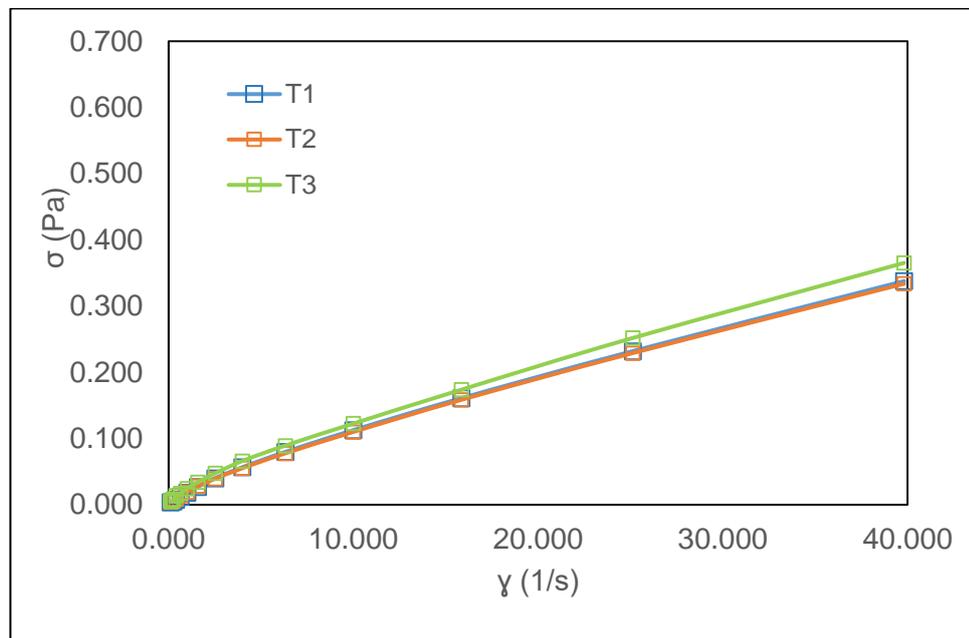


Figura 7. Curvas de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción harina de quinua Salcedo INIA:Pasankalla Roja (0:100) y goma de tara (0.1%,0.2% y 0.3%).

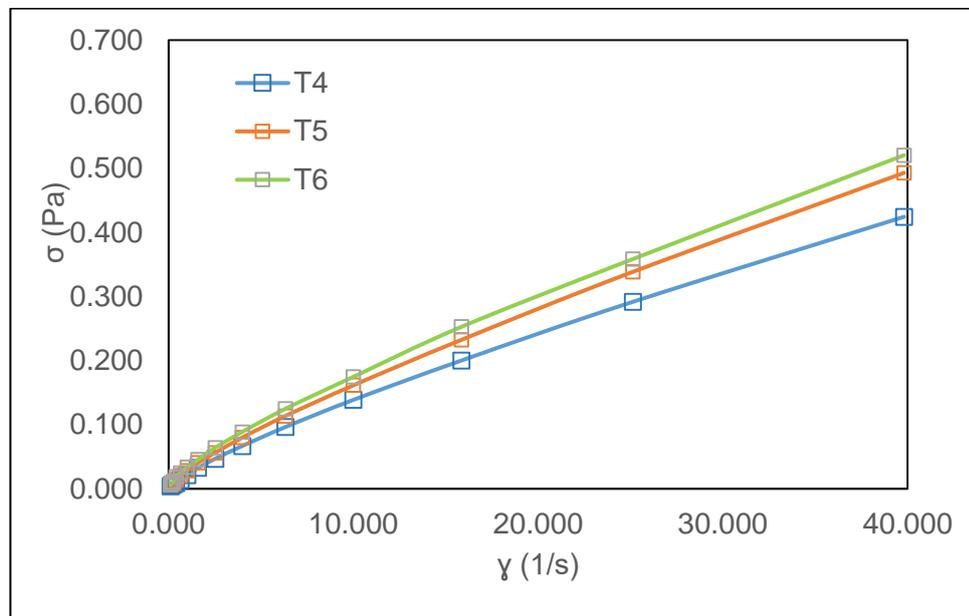


Figura 8. Curvas de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja (50:50) y goma de tara (0.1%, 0.2% y 0.3%).

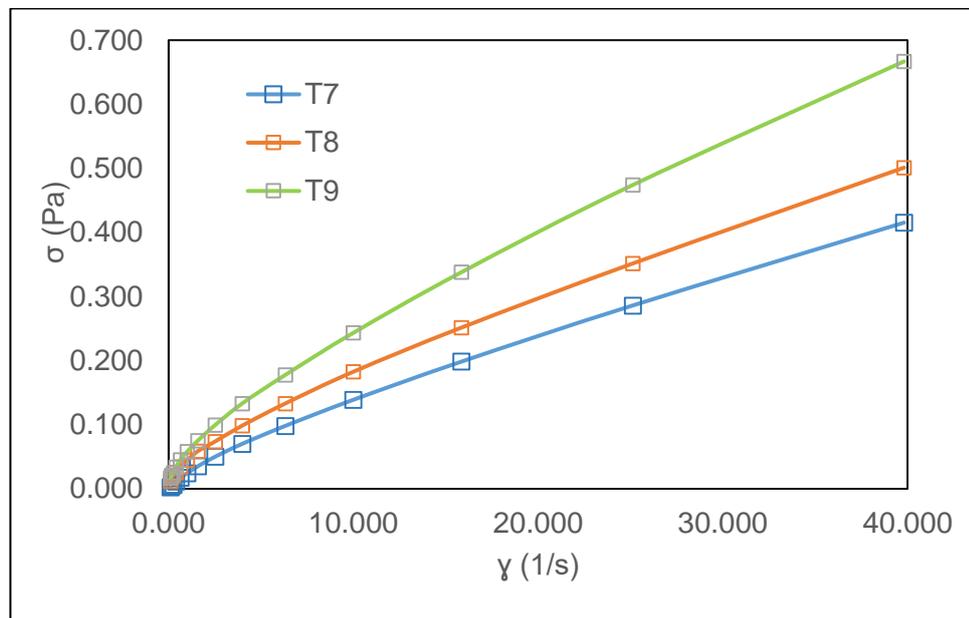


Figura 9. Curvas de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja (100:0) y goma de tara (0.1%, 0.2% y 0.3%).

Tal como se observa, la velocidad de corte versus el esfuerzo de corte a diferentes concentraciones de goma de tara se ajustó al modelo de ley de potencia con altos coeficientes de determinación ($R^2 = 0.9991-0.9999$), como se muestra en el Anexo 2. Todas las muestras demostraron comportamiento pseudoplástico con valores de coeficiente de consistencia (k) e índice de comportamiento de flujo (n) entre 0.018 ± 0.001 y 0.051 ± 0.005 Pa.s n ; 0.789 ± 0.005 y 0.698 ± 0.034 , respectivamente.

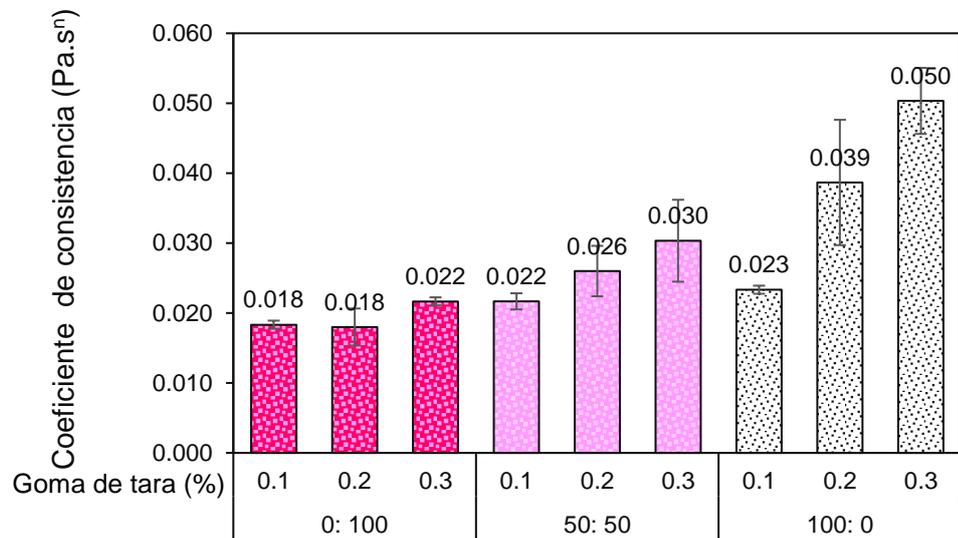
Este comportamiento pseudoplástico puede deberse a modificaciones en la organización macromolecular a medida que cambia la velocidad de corte. A velocidades de corte bajas, la disrupción de los entrelazamientos se equilibra con la formación de otros nuevos. A altas velocidades de cizallamiento, la disrupción predomina sobre la formación de nuevos enlaces, lo que resulta en una menor resistencia intermolecular al flujo y una viscosidad aparente más baja (Lee y otros, 2017).

En las figuras 10 y 11 se representan los valores del coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea

en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, observándose que, al aumentar la concentración de goma de tara, el coeficiente de consistencia de la sopa instantánea aumentó, siendo más notorio en la proporción de harina de quinua de la variedad Salcedo INIA al 100%, con valores en el rango de 0.018 a 0.050 Pa.sⁿ. Para el caso del índice de comportamiento de flujo, los valores disminuyeron, para la misma proporción de harina de quinua de la variedad Salcedo INIA al 100%, con valores en el rango de 0.692 a 0.809.

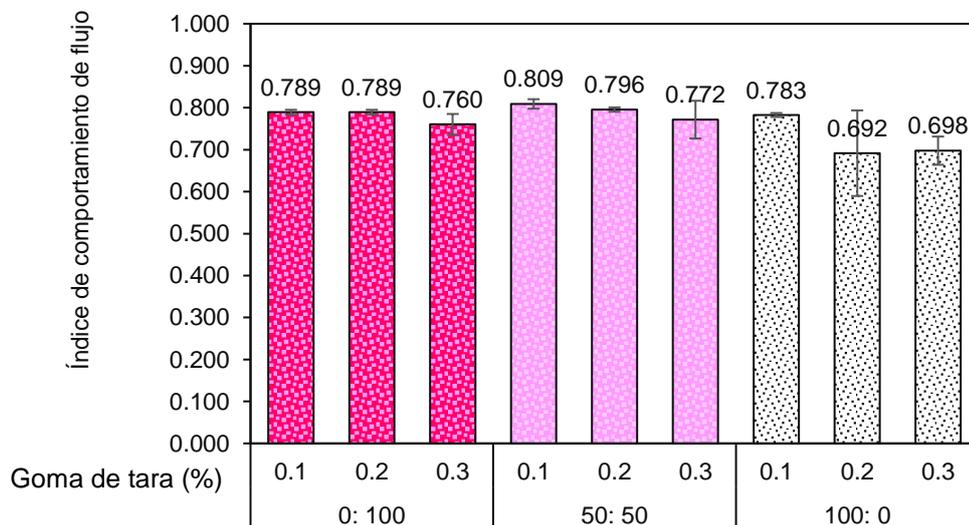
Los resultados reportados son menores a los reportados por Lee y otros (2017), quienes indicaron que, los datos de esfuerzo de corte versus velocidad de corte de las mezclas almidón de arroz (5% p/p) y goma de tara (0%, 0.2%, 0.4% y 0.6%) se ajustaron bien al modelo de ley de potencia exhibiendo un comportamiento pseudoplástico. De igual modo reportaron un incremento en los valores del coeficiente de consistencia a mayor concentración de goma de tara (38.8 ± 0.81 , 57.9 ± 0.44 , 68.9 ± 1.27 , 85.9 ± 0.96 Pa.sⁿ), respectivamente.

El incremento del coeficiente de consistencia puede estar relacionado con la proporción de manosa:galactosa de 4:1 en la goma de tara. Estos azúcares tienden a enrollarse con la formación de enlaces de hidrógeno intramoleculares y, por lo tanto, interactuarían menos con las moléculas de amilosa lineal debido a la disminución en el número de grupos hidroxilo disponibles para formar enlaces de hidrógeno intermoleculares con moléculas de amilosa (Yoo y otros, 2005).



Proportión harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja

Figura 10. Coeficiente de consistencia de una sopa instantánea en función de la proporción harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara.



Proportión harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja

Figura 11. Índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función a la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara.

Resultados similares han sido reportados por Cevoli y otros (2013), quienes evaluaron el efecto de la concentración de 0.5-2%, en las propiedades reológicas de goma de tara. Reportaron que, un aumento en la concentración causó un aumento en el coeficiente de consistencia ($k:1.70-74.06 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$) y una disminución en el índice de comportamiento de flujo ($n: 0.71-0.25$).

En el cuadro 7 se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de índice de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, observándose homogeneidad de varianzas ($p>0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan con el fin de determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea

Variable	Estadístico de Levene	p
Coeficiente de consistencia	0.717	0.675
Índice de comportamiento de flujo	0.764	0.638

En el Cuadro 8 se presenta el análisis de varianza que indica que la proporción de harina de quinua, concentración de goma de tara e interacción proporción harina de quinua extruida-goma presentaron efecto significativo ($p<0.05$) sobre el coeficiente de consistencia.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo en una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara

Variable	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Coeficiente de consistencia	Proporción: P	2	1.51E-03	7.55E-04	42.655	0.000
	Goma: G	2	7.61E-04	3.80E-04	21.479	0.000
	P*G	4	4.77E-04	1.19E-04	6.736	0.002
	Residuales	18	3.19E-04	1.77E-05		
	Total	26	3.07E-03			
Índice de comportamiento de flujo	Proporción: P	2	2.37E-02	1.18E-02	7.395	0.005
	Goma: G	2	1.20E-02	6.00E-03	3.747	0.044
	P*G	4	7.37E-03	1.84E-03	1.151	0.365
	Residuales	18	2.88E-02	1.60E-03		
	Total	26	7.19E-02			

En los cuadros 9 y 10 se presenta la prueba de Duncan para el coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, respectivamente.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para el coeficiente de consistencia de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara

Tratamiento	Proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja	Goma de tara (%)	Subgrupo			
			1	2	3	4
T2	0: 100	0.2	0.018			
T1	0: 100	0.1	0.018			
T3	0: 100	0.3	0.022			
T4	50: 50	0.1	0.022			
T7	100: 0	0.1	0.023	0.023		
T5	50: 50	0.2	0.026	0.026		
T6	50: 50	0.3		0.030		
T8	100: 0	0.2			0.039	
T9	100: 0	0.3				0.050

Tal como se muestra, el T9 (100:0; 0.3%) presentó mayor coeficiente de consistencia con 0.050 Pa.sⁿ; pudiendo deberse estos resultados al mayor contenido de almidón en la quinua variedad Salcedo INIA (59.57±0.03% b. s.), que en Pasankalla Roja (53.79±0.04% b.s.), tal como informan Steffolani y otros (2020).

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara

Tratamiento	Proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja	Goma de tara (%)	Subgrupo	
			1	2
T8	100: 0	0.2	0.692	
T9	100: 0	0.3	0.698	
T3	0: 100	0.3	0.760	0.760
T6	50: 50	0.3		0.772
T7	100: 0	0.1		0.783
T1	0: 100	0.1		0.789
T2	0: 100	0.2		0.789
T5	50: 50	0.2		0.796
T4	50: 50	0.1		0.809

Tal como se observa, el tratamiento T8 presentó menor valor de índice de comportamiento de flujo de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, sin diferencia significativa con los tratamientos T9 y T3.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ahmed y otros (2016), quienes indican que, cuando la concentración o el peso molecular del polímero aumenta, k aumenta y n disminuye.

4.2. Efecto de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y adición de goma de tara sobre el índice de solubilidad y de adsorción de agua de una sopa instantánea

En las figuras 12 y 13 se presenta los valores del índice de solubilidad y de adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara (Anexo 2), encontrándose los valores en el rango de 28.49 a 43.55%.

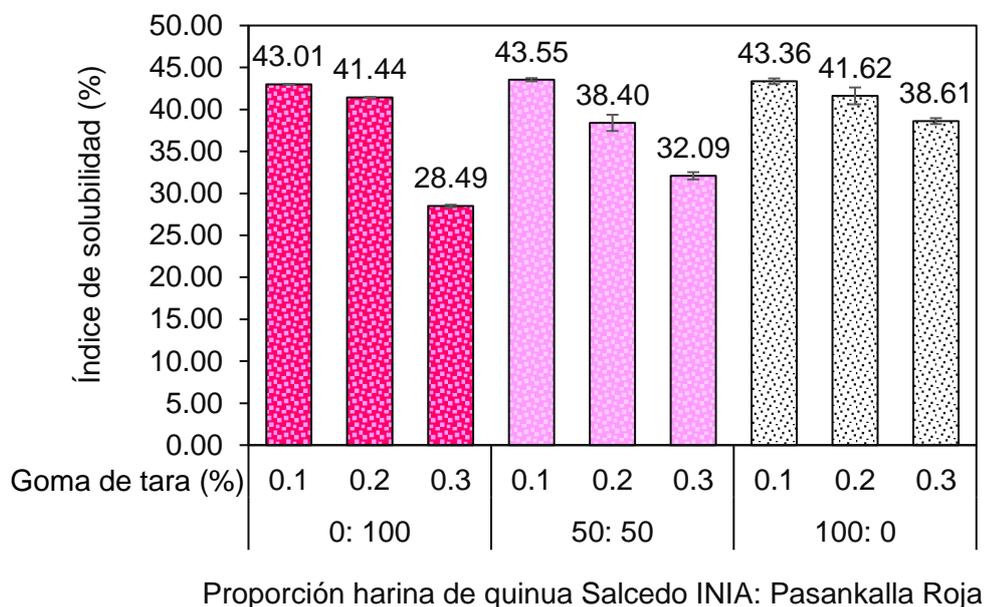


Figura 12. Índice de solubilidad de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.

Tal como se observa, al aumentar la concentración de goma de tara el índice de solubilidad en una sopa instantánea disminuyó, siendo más notorio en la proporción de harina de quinua de la variedad Pasankalla Roja al 100%.

Los resultados obtenidos para índice de solubilidad de una sopa instantánea fueron mayores a los encontrados por Yntusca (2018) para sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua tostada: Amarilla Marangani (33%), Negra Collana (21%), Pasankalla (24%) y Blanca Junín (3.4) y por Li y otros (2017) para muestras de harina de quinua (11.5%), pudiendo contener el material solubilizado varios componentes como almidón, proteínas, fibra dietética, entre otros.

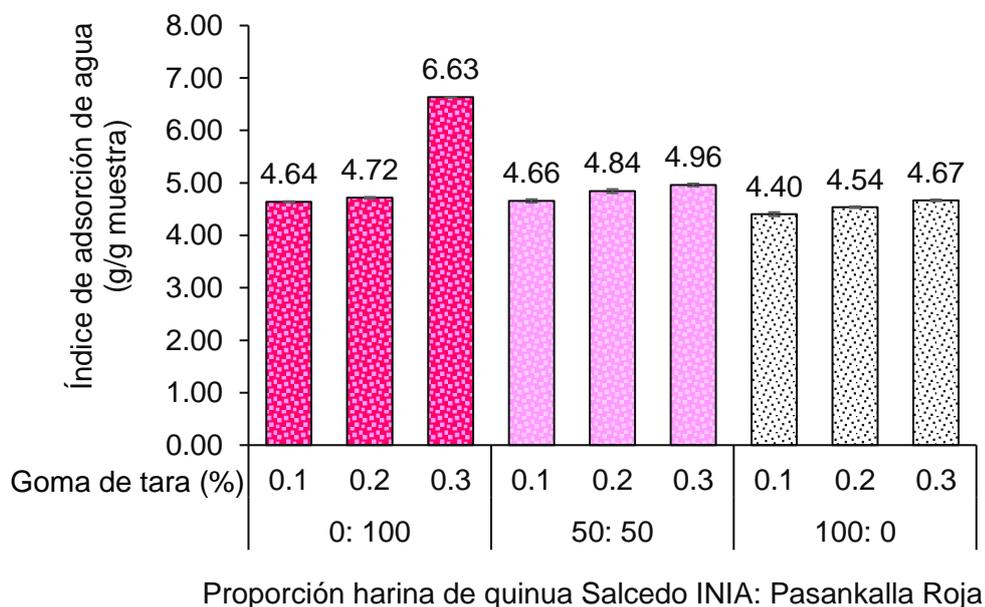


Figura 13. Índice de adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla roja y goma de tara.

Efecto contrario se observa para valores del índice de adsorción de agua, siendo mayores en los tratamientos T1, T2 y T3, en el rango de 4.40 a 6.63%.

Los resultados obtenidos para índice de adsorción de agua de una sopa instantánea fueron similares a los encontrados por Yntusca (2018) para sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua tostada: Amarilla Marangani (5.7 g/g muestra), Negra Collana (4.6 g/g muestra), Pasankalla (4.6 g/g muestra) y Blanca Junín (4.3 g/g muestra).

En el cuadro 11 se presenta La prueba de Levene para los valores de índice de solubilidad y adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, determinándose homogeneidad de varianza ($p \geq 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 11. Prueba de Levene modificada para valores del índice de solubilidad y adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara

Variable	Estadístico de Levene	p
Índice de solubilidad	1.189	0.358
adsorción de agua	0.409	0.901

En el cuadro 12 se presenta el análisis de varianza para valores de solubilidad y de adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, que indica que la proporción de ambas variables independientes presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre ambas variables en estudio.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el índice de solubilidad y adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara

Variable	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Índice de solubilidad	Proporción: P	2	68.600	34.280	127.100	0.000
	Goma: G	2	503.600	251.780	933.400	0.000
	P*G	4	109.300	27.310	101.200	0.000
	Residuales	18	4.900	0.270		
	Total	26	686.4			
Adsorción de agua	Proporción: P	2	2.916	1.458	2415.00	0.000
	Goma: G	2	3.797	1.899	3145.00	0.000
	P*G	4	4.100	1.025	1698.00	0.000
	Residuales	18	0.011	0.001		
	Total	26	10.824			

Resultados similares fueron reportados por Yntusca (2018) para el índice de adsorción de agua e índice de solubilidad de agua (ISA) de sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua tostada: Amarilla Marangani (5.7 g/g muestra; 33%), Negra Collana (4.6 g/g muestra; 21%), Pasankalla (4.6 g/g muestra; 24%) y Blanca Junín (4.3 g/g muestra; 3.4), indicando diferencia significativa entre variedades.

En el cuadro 13 se presenta la prueba de Duncan para valores de solubilidad de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, donde se tiene en el subgrupo 5 a las muestras de sopa instantánea correspondientes a los tratamientos T1 (0:100, 0.1%), T4 (50:50; 0.1%) y T7 (100:0; 0.1%) con mayores valores de índice de solubilidad de 43.01, 43.36 y 43.55%, respectivamente (estadísticamente iguales al encontrarse en el mismo subgrupo), posiblemente debido a la menor concentración de goma de tara.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la solubilidad de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara

Tratamiento	Proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja	Goma de tara (%)	Subgrupo				
			1	2	3	4	5
T3	0: 100	0.3	28.49				
T6	50: 50	0.3		32.09			
T5	50: 50	0.2			38.40		
T9	100: 0	0.3			38.61		
T2	0: 100	0.2				41.44	
T8	100: 0	0.2				41.62	
T1	0: 100	0.1					43.01
T7	100: 0	0.1					43.36
T4	50: 50	0.1					43.55

En el cuadro 14 se presenta la prueba de Duncan para el índice de adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, donde se tiene en el subgrupo 7 a la muestra de sopa instantánea correspondiente al tratamiento T3 (0:100; 0.3%) que presentó mayor índice de adsorción de agua con 6.63%; y en el subgrupo 1 a la muestra correspondiente al tratamiento T7 (0:100; 0.1%) que presentó la menor adsorción de agua de 4.40%.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para el índice de adsorción de agua de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara

Tratamientos	Proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja	Goma de tara (%)	Subgrupo							
			1	2	3	4	5	6	7	
T7	100: 0	0.1	4.40							
T8	100: 0	0.2		4.54						
T1	0: 100	0.1			4.64					
T4	50: 50	0.1			4.66					
T9	100: 0	0.3			4.67					
T2	0: 100	0.2				4.72				
T5	50: 50	0.2					4.84			
T6	50: 50	0.3						4.96		
T3	0: 100	0.3								6.63

Estos valores fueron menores a los reportados por Li y Zhu (2017) para muestras de harina de quinua con valores de 11.5%.

4.3. Efecto de las proporciones de harina de quinua Salcedo INIA y Pasankalla Roja y adición de goma de tara sobre la aceptabilidad general de una sopa instantánea

En la figura 14 se presenta la aceptabilidad general de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, observándose que, los tratamientos T7 y T9 con la proporción de harina de quinua de la variedad Salcedo INIA al 100%, con adición de goma de tara al 0.1 y 0.3%, fue mayor, con moda de 9 puntos correspondiente a la percepción de "Me gusta muchísimo"; cabe indicar que las demás muestras presentaron moda de 8 puntos correspondientes a "Me gusta mucho".

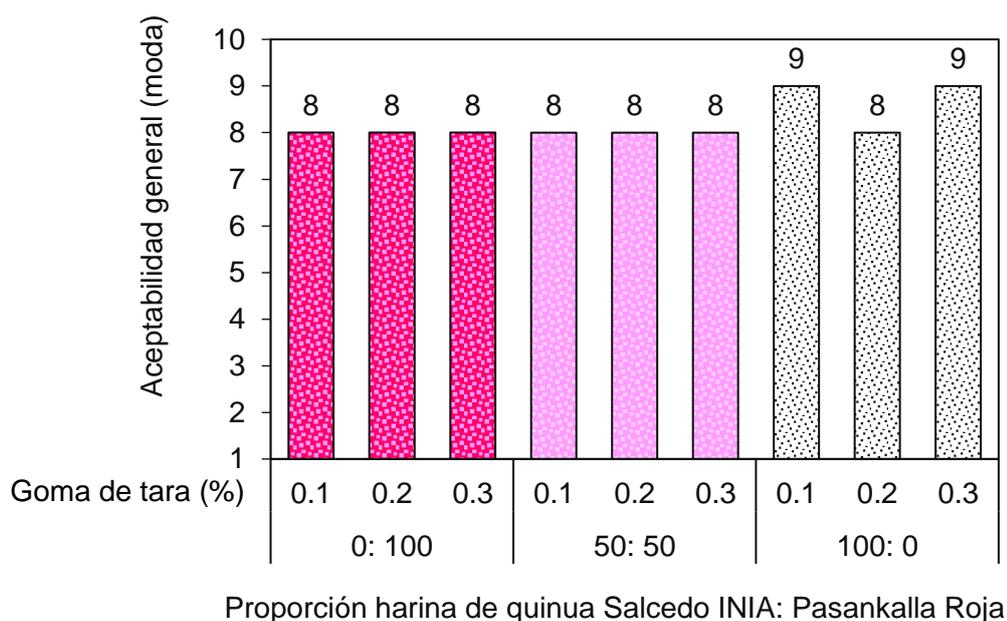


Figura 14. Aceptabilidad general (moda) de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara.

En el cuadro 15 se presenta la prueba de Friedman para una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara, en el que se determinó que no existió

diferencia ($p \geq 0.05$) para aceptabilidad general, entre las muestras de sopa instantánea evaluadas.

Estos resultados no concuerdan con el reportado por Demir (2014), quien elaboró sopas a base de harina de quinua blanca: harina de arroz: almidón de papa en proporciones de 40:30:30, 50:25:25 y 60:20:20, respectivamente, indicando diferencia significativa entre las formulaciones y que, el tratamiento T2 (50:25:25) presentó mayor aceptabilidad general de parte de los panelistas.

Cuadro 15. Prueba de Friedman para valores de aceptabilidad general de una sopa instantánea en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja y goma de tara

Tratamientos	Proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja	Goma de tara (%)	Rango promedio	Promedio	Moda
T1	0: 100	0.1	4.54	6.98	8
T2	0: 100	0.2	5.58	7.45	8
T3	0: 100	0.3	5.04	7.00	8
T4	50: 50	0.1	4.69	7.03	8
T5	50: 50	0.2	5.26	7.15	8
T6	50: 50	0.3	4.96	7.13	8
T7	100: 0	0.1	4.71	6.85	9
T8	100: 0	0.2	5.60	7.40	8
T9	100: 0	0.3	4.63	6.90	9
Chi-cuadrado				8.572	
p				0.380	

Aun cuando no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, se determinó el contenido de proteína de los tratamientos con mayor aceptabilidad general, con valores de 11.9 ± 0.04 y 11.89 ± 0.01 g proteína/100 g ms para los tratamientos T7 y T9 respectivamente, valores que se encuentran dentro del rango reportados por Yntusca (2018) para muestras de sopas de 4 variedades de quinua Amarilla Marangani (9.47%), Negra Collana (12.56%), Pasankalla (12.12%), Blanca Junín (9.20%).

V. CONCLUSIONES

La proporción de harina de dos variedades de quinua extruidas, Salcedo INIA y Pasankalla Roja y la concentración de goma de tara, presentaron efecto significativo sobre el coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad en agua e índice de adsorción de agua, a diferencia de la aceptabilidad general, donde no se observó efecto significativo.

Los tratamientos T7 (100:0; 0.1%) y T9 (100:0; 0.3%), presentaron adecuada aceptabilidad general (moda de 9 puntos, correspondiente a “Me gusta muchísimo”, con valores de coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad en agua e índice de adsorción de agua de 0.023 ± 0.001 y 0.051 ± 0.005 Pa.sⁿ; 0.783 ± 0.005 y 0.698 ± 0.034 ; $43.36 \pm 0.34\%$ y $38.6 \pm 0.35\%$; $4.40 \pm 0.04\%$ y $4.67 \pm 0.02\%$, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

Determinar la isoterma de adsorción de humedad de los tratamientos de sopa a base de quinua extruida con adición de goma de tara para estimar la vida útil del producto envasado.

Determinar componentes bioactivos de los tratamientos de sopa a base de quinua extruida con adición de goma de tara para proponer su escalamiento a nivel industrial.

Realizar evaluación de la aceptabilidad del color para diferenciar el tratamiento de mayor aceptación.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, A., Varela, P., Sanz, T. y Fiszman, S. M. 2014. Native tapioca starch as a potential thickener for fruit fillings. Evaluation of mixed models containing low-methoxyl pectin. *Food Hydrocolloids*, 35:297-304
- Ahmed, J., Thomas, L. y Arfat, Y. A. 2019. Functional, rheological, microstructural and antioxidant properties of quinoa flour in dispersions as influenced by particle size. *Food Research International*, 116:302-311.
- Anzaldúa – Morales, A. 2005. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza, España.
- Apaza, V., Cáceres, G. y Pinedo, R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú (No. CIDAB-SB191. Q2-A5c). Ministerio de Agricultura y Riego (Perú) Instituto Nacional de Innovación Agraria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Augusto, P. y Vitali, A. 2014. Assessing juice quality: Advances in the determination of rheological properties of fruit juices and derivatives. En: Falguera, V. e Ibarz, A. eds. *Juice Processing*. Boca Raton: CRC Press PressTaylor & Francis Group, pp. 83-136.
- Cevoli, C., Balestra, F., Ragni, L. y Fabbri, A. 2013. Rheological characterization of selected food hydrocolloids by traditional and simplified techniques. *Food hydrocolloids*, 33(1):142-150.
- Chávez, A. 2009. Programa complejo productivo altiplano sur. Archivo y Biblioteca Nacional de Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Demir, M. K. 2014. Use of quinoa flour in the production of gluten-free tarhana. *Food Science and Technology Research*, 20(5):1087-1092.
- Du, S. K., Jiang, H., Yu, X. y Jane, J. L. 2014. Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1):308-313.

FAO. 2013. Quinoa, 2013 año internacional, un futuro sembrado hace miles de años. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Latin America and the Caribbean. Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>

Gómez, P. y Artés, F. 2005. Improved keeping quality of minimally fresh processed celery sticks by modified atmosphere packaging. *LWT*, 38:323-329.

Ibarz, A. y Barbosa-Cánovas, G. V. 2003. *Unit Operations in Food Engineering*. Boca Raton: FL: CRC Press. USA.

INEN 2602:2011. Norma Técnica Ecuatoriana. Sopas, caldos y cremas. Requisitos. INIA. 2006. Expediente de Validación Técnica y Económica de la quinoa variedad INIA 415 Pasankalla – EEA Illpa Puno.

INIA. 2013. Expediente de Validación Técnica y Económica de la quinoa variedad Salcedo INIA – EEA Illpa Puno.

James, L. E. A. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in food and nutrition research*, 58:1-31

Lee, H. Y., Jo, W., y Yoo, B. 2017. Rheological and microstructural characteristics of rice starch–tara gum mixtures. *International journal of food properties*, 20(2):1879-1889.

Li, G., y Zhu, F. 2017. Physicochemical properties of quinoa flour as affected by starch interactions. *Food Chemistry*, 221:1560-1568.

Limones, K. y García, M. 2011. Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador.

Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Frutos, M. J. y Leblanc, J. C. 2017. Re-evaluation of tara gum (E 417) as a food additive. *EFSA Journal*, 15(6):4863.

NTC 4482:1998. Norma Técnica Colombiana. Industrias Alimentarias. Sopas y cremas.

Ogungbenle, H. 2003. "Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour." *International journal of food sciences and nutrition* 54(2):153-158.

Revelo, A. 2010. Desarrollo y evaluación de las tecnologías de un snack laminado a partir de quinua (*Chenopodium quinoa willd*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

Steffolani, M. E., Repo-Carrasco-Valencia, R., Pérez, G. T. y Condezo-Hoyos, L. (2020). Physicochemical and functional properties of isolated starch and their correlation with flour from the Andean Peruvian quinoa varieties. *International journal of biological macromolecules*, 147:997-1007.

Texture Technologies y Stable Micro System. 2016. TA HD Plus. Recuperado de: <https://www.stablemicrosystems.com/TAHDplus.html>

Villacrés, E., Peralta, E., Egas, L. y Mazón, N. 2011. Potencial agroindustrial de la quinua. *Boletín divulgativo*, 146:34.

Wu, Y., Ding, W., Jia, L., y He, Q. 2015. The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*). *Food Chemistry*, 168:366-371.

Yntusca, H. 2018. Determinación de las características tecnológicas, fisicoquímicas y microbiológicas de las sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional José María Arguedas. Apurímac, Perú.

Yoo, D., Kim, C. y Yoo, B. 2005. Steady and dynamic shear rheology of rice starch-galactomannan mixtures. *Starch-Stärke*, 57(7):310-318.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores de velocidad de corte y esfuerzo de corte para los tratamientos evaluados

Tratamiento	Velocidad de corte	Esfuerzo de corte			Promedio
		R1	R2	R3	
T1	0.100	0.003	0.003	0.006	0.004
	0.158	0.004	0.004	0.005	0.004
	0.251	0.007	0.005	0.004	0.005
	0.398	0.010	0.007	0.006	0.008
	0.631	0.015	0.010	0.011	0.012
	1.000	0.021	0.016	0.016	0.018
	1.585	0.030	0.026	0.025	0.027
	2.512	0.041	0.040	0.039	0.040
	3.981	0.058	0.057	0.055	0.057
	6.310	0.082	0.080	0.077	0.080
	10.000	0.116	0.113	0.109	0.113
	15.849	0.166	0.161	0.156	0.161
	25.119	0.239	0.232	0.225	0.232
39.811	0.348	0.339	0.327	0.338	
T2	0.100	0.007	0.005	0.000	0.004
	0.158	0.006	0.007	0.006	0.006
	0.251	0.004	0.006	0.009	0.007
	0.398	0.007	0.009	0.011	0.009
	0.631	0.015	0.009	0.018	0.014
	1.000	0.019	0.015	0.023	0.019
	1.585	0.027	0.025	0.033	0.028
	2.512	0.037	0.036	0.045	0.039
	3.981	0.051	0.051	0.063	0.055
	6.310	0.072	0.071	0.090	0.078
	10.000	0.101	0.101	0.127	0.110
	15.849	0.145	0.145	0.186	0.158
	25.119	0.209	0.209	0.268	0.229
39.811	0.306	0.305	0.391	0.334	
T3	0.100	0.005	0.005	0.008	0.006
	0.158	0.004	0.005	0.005	0.005
	0.251	0.013	0.006	0.006	0.008
	0.398	0.016	0.010	0.014	0.014
	0.631	0.018	0.016	0.017	0.017
	1.000	0.025	0.023	0.025	0.024
	1.585	0.035	0.032	0.036	0.034
	2.512	0.047	0.047	0.048	0.047

	3.981	0.065	0.065	0.067	0.066
	6.310	0.087	0.087	0.094	0.089
	10.000	0.118	0.116	0.134	0.123
	15.849	0.165	0.165	0.192	0.174
	25.119	0.240	0.237	0.279	0.252
	39.811	0.344	0.344	0.407	0.365
	<hr/>				
	0.100	0.002	0.002	0.007	0.004
	0.158	0.004	0.003	0.008	0.005
	0.251	0.006	0.004	0.009	0.006
	0.398	0.010	0.007	0.010	0.009
	0.631	0.015	0.011	0.016	0.014
	1.000	0.022	0.017	0.024	0.021
T4	1.585	0.032	0.028	0.037	0.032
	2.512	0.045	0.045	0.050	0.047
	3.981	0.064	0.066	0.070	0.067
	6.310	0.093	0.094	0.101	0.096
	10.000	0.134	0.136	0.146	0.139
	15.849	0.194	0.196	0.210	0.200
	25.119	0.285	0.284	0.305	0.292
	39.811	0.418	0.414	0.441	0.424
	<hr/>				
	0.100	0.007	0.005	0.007	0.006
	0.158	0.011	0.006	0.010	0.009
	0.251	0.010	0.007	0.008	0.008
	0.398	0.018	0.010	0.014	0.014
	0.631	0.022	0.019	0.020	0.020
	1.000	0.029	0.032	0.023	0.028
T5	1.585	0.042	0.044	0.035	0.041
	2.512	0.058	0.063	0.048	0.056
	3.981	0.084	0.088	0.068	0.080
	6.310	0.119	0.125	0.097	0.113
	10.000	0.170	0.176	0.138	0.161
	15.849	0.244	0.253	0.200	0.232
	25.119	0.355	0.365	0.295	0.338
	39.811	0.520	0.532	0.427	0.493
	<hr/>				
	0.100	0.001	0.005	0.012	0.006
	0.158	0.003	0.005	0.019	0.009
	0.251	0.007	0.004	0.023	0.011
	0.398	0.016	0.011	0.029	0.019
	0.631	0.021	0.016	0.037	0.025
T6	1.000	0.028	0.028	0.044	0.033
	1.585	0.040	0.041	0.055	0.045
	2.512	0.057	0.060	0.075	0.064
	3.981	0.081	0.086	0.099	0.089
	6.309	0.116	0.122	0.136	0.125
	10.000	0.166	0.172	0.186	0.175

	15.849	0.240	0.248	0.270	0.253
	25.119	0.348	0.356	0.370	0.358
	39.811	0.509	0.518	0.535	0.520
	0.100	0.003	0.003	0.002	0.002
	0.158	0.005	0.004	0.005	0.004
	0.251	0.007	0.005	0.006	0.006
	0.398	0.012	0.008	0.014	0.011
	0.631	0.018	0.013	0.020	0.017
	1.000	0.026	0.020	0.027	0.024
	1.585	0.035	0.033	0.037	0.035
T7	2.512	0.049	0.050	0.051	0.050
	3.981	0.069	0.070	0.072	0.070
	6.310	0.096	0.099	0.099	0.098
	10.000	0.137	0.138	0.142	0.139
	15.849	0.195	0.196	0.204	0.198
	25.119	0.283	0.281	0.294	0.286
	39.810	0.414	0.406	0.426	0.415
	0.100	0.005	0.005	0.025	0.012
	0.158	0.010	0.010	0.037	0.019
	0.251	0.014	0.010	0.038	0.021
	0.398	0.021	0.019	0.037	0.026
	0.631	0.029	0.030	0.044	0.034
	1.000	0.040	0.038	0.056	0.045
	1.585	0.056	0.053	0.068	0.059
T8	2.512	0.068	0.072	0.081	0.074
	3.981	0.096	0.099	0.101	0.099
	6.310	0.132	0.135	0.132	0.133
	10.000	0.185	0.188	0.176	0.183
	15.849	0.263	0.265	0.226	0.251
	25.119	0.374	0.376	0.304	0.351
	39.811	0.543	0.543	0.417	0.501
	0.100	0.020	0.018	0.013	0.017
	0.158	0.024	0.017	0.022	0.021
	0.251	0.032	0.021	0.022	0.025
	0.398	0.038	0.035	0.029	0.034
	0.631	0.051	0.048	0.037	0.045
	1.000	0.061	0.061	0.052	0.058
	1.585	0.080	0.079	0.067	0.075
T9	2.512	0.106	0.101	0.092	0.099
	3.981	0.140	0.134	0.125	0.133
	6.310	0.187	0.177	0.169	0.178
	10.000	0.254	0.239	0.238	0.243
	15.849	0.349	0.329	0.336	0.338
	25.119	0.487	0.454	0.481	0.474
	39.811	0.686	0.635	0.680	0.667

Anexo 2. Coeficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo, índice de solubilidad e índice de adsorción de agua para los tratamientos evaluados

Tratamientos	Proporción harina quinua Salcedo INIA: Pasankalla Roja	Goma tara (%)	Absorción (%)	Solubilidad (%)	k	n	R ²
T1		0.1	4.63	43.00	0.019	0.783	0.9998
	0: 100	0.1	4.64	43.01	0.018	0.794	0.9997
		0.1	4.65	43.02	0.018	0.791	0.9997
	Promedio		4.64	43.01	0.018	0.7893	0.9997
	Desviación estándar		0.01	0.01	0.001	0.0054	0.0001
T2		0.2	4.73	41.40	0.017	0.783	0.9994
	0: 100	0.2	4.72	41.45	0.016	0.791	0.9996
		0.2	4.70	41.46	0.021	0.794	0.9997
	Promedio		4.71	41.44	0.018	0.789	0.9996
	Desviación estándar		0.02	0.03	0.002	0.006	0.0002
T3		0.3	6.64	28.58	0.022	0.740	0.9989
	0: 100	0.3	6.63	28.32	0.021	0.753	0.9991
		0.3	6.63	28.58	0.022	0.788	0.9996
	Promedio		6.63	28.49	0.022	0.760	0.9992
	Desviación estándar		0.01	0.15	0.001	0.025	0.0004
T4		0.1	4.62	43.33	0.021	0.817	0.9999
	50: 50	0.1	4.68	43.65	0.021	0.814	0.9998
		0.1	4.67	43.66	0.023	0.796	0.9999
	Promedio		4.66	43.55	0.022	0.809	0.9999
	Desviación estándar		0.03	0.19	0.002	0.012	0.0001
T5		0.2	4.80	37.29	0.027	0.797	0.9998
	50: 50	0.2	4.87	39.09	0.029	0.790	0.9997
		0.2	4.86	38.82	0.022	0.800	0.9997
	Promedio		4.84	38.40	0.026	0.796	0.9997
	Desviación estándar		0.04	0.97	0.003	0.005	0.0000
T6		0.3	4.94	32.23	0.026	0.802	0.9998
	50: 50	0.3	4.95	31.61	0.028	0.793	0.9998
		0.3	4.99	32.44	0.037	0.720	0.9985
	Promedio		4.96	32.09	0.030	0.772	0.9993
	Desviación estándar		0.03	0.43	0.006	0.045	0.0007
T7		0.1	4.42	43.02	0.023	0.788	0.9997
	100: 0	0.1	4.36	43.37	0.023	0.779	0.9997
		0.1	4.43	43.69	0.024	0.781	0.9997
	Promedio		4.40	43.36	0.023	0.783	0.9997
	Desviación estándar		0.04	0.34	0.001	0.005	0.0000

		0.2	4.52	42.66	0.033	0.754	0.9993
	100: 0	0.2	4.54	40.66	0.034	0.747	0.9995
T8		0.2	4.55	41.53	0.049	0.574	0.9937
	Promedio		4.54	41.62	0.039	0.692	0.9975
	Desviación estándar		0.01	1.00	0.009	0.102	0.0033
		0.3	4.65	38.86	0.054	0.684	0.9988
	100: 0	0.3	4.67	38.76	0.052	0.673	0.9990
T9		0.3	4.68	38.21	0.045	0.736	0.9994
	Promedio		4.67	38.61	0.051	0.698	0.9991
	Desviación estándar		0.02	0.35	0.005	0.034	0.0003

Anexo 3. Reómetro Haake Mars 60

