

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Agroindustrial

“Mezcla óptima de chía, quinua y colapez para elaborar una gelatina de maracuyá con el mejor perfil fisicoquímico y sensorial”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Andrea González Velásquez

Gian Pierre Silvera Otaño

Asesor:

Dr. Ricardo David Vejarano Mantilla

Trujillo - Perú

2019

## DEDICATORIA

*A mis padres y hermano por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto de la vida como de la académica.  
Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

*Gian Pierre Silvera Otaño*

*A mi familia, que con fe inextinguible han confiado en mi crecimiento estudiantil, personal, y profesional. Porque su apoyo incondicional es fundamental en cada etapa de mi vida.*

*Andrea González Velásquez*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, porque nos da la vida. Porque nos permite culminar satisfactoriamente nuestra etapa universitaria, y nos ha brindado sabiduría y recursos durante toda esta etapa, y durante el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestra familia, por el apoyo incondicional y constante durante el desarrollo de esta investigación, su apoyo fue clave para la culminación de esta tesis.

Gracias Dr. Ricardo David Vejarano Mantilla, por su constante asesoría y apoyo en la realización de esta investigación, por el tiempo brindado de manera incondicional, y por responder a todas nuestras dudas.

A la Ing. Jackeline Marilyn León Vargas, Coordinadora de Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Privada del Norte, por su apoyo en los permisos de uso de laboratorios, y en la gestión y asesoría del proceso de titulación.

Nuestro agradecimiento a los asistentes del “Laboratorio de Producción” de la Universidad Privada del Norte, por su asesoría en el uso de instrumentos y equipos para los análisis fisicoquímicos en el desarrollo de nuestro trabajo.

Nuestro agradecimiento al Dr. Raúl Siche Jara y al asistente del “Laboratorio de Ingeniería de Procesos Agroindustriales” de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Trujillo, por permitirnos el uso y asesoría en el uso del texturómetro para los análisis de nuestras muestras.

Nuestro agradecimiento a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Privada del Norte, quienes a través de sus acotaciones y sugerencias permitieron la mejora de la investigación.

A las instituciones educativas “Republica de México” (inicial), “Alfredo Tello Salavarría” (primaria) y “Juan Peregrino XXIII” (inicial y primaria), por permitirnos el desarrollo del análisis sensorial con sus estudiantes y así culminar la investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
INDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT .....	13
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.1. Realidad problemática.....	14
1.1.1. Agentes gelificantes .....	15
1.1.2. Alimentos funcionales .....	17
1.1.3. Mercado de gelatinas y alimentos funcionales en el Perú .....	18
1.2. Formulación del problema .....	21
1.3. Objetivos.....	21
1.3.1. Objetivo general .....	21
1.3.2. Objetivos específicos .....	21
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
2.1. Tipo de investigación .....	23
2.1.1. De acuerdo al fin que se persigue.....	23
2.1.2. De acuerdo a la naturaleza de los datos. ....	23
2.1.3. De acuerdo al nivel .....	23
2.1.4. De acuerdo al diseño de investigación. ....	23
2.2. Materiales e instrumentos .....	23
2.2.1. Materiales consumibles.....	23
2.2.2. Reactivos químicos.....	23
2.2.3. Instrumentos y equipos.....	24
2.2.4. Softwares.....	24
2.3. Métodos y técnicas .....	24
2.3.1. Preparación de materia prima e insumos .....	24
2.3.2. Diseño de las mezclas .....	25
2.3.3. Preparación de los geles.....	26
2.3.4. Caracterización de los geles.....	27
2.3.5. Perfil de textura de los geles .....	30
2.3.6. Pruebas de aceptabilidad mediante análisis sensorial .....	31
2.4. Análisis estadístico .....	40
2.4.1. Perfil de textura.....	40
2.4.2. Análisis sensorial .....	41

2.4.3.	Análisis fisicoquímico .....	42
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>		
<b>43</b>		
3.1.	Mezcla óptima de componentes que presentaron las mejores propiedades mecánicas ..	43
3.2.	Determinación de sinéresis .....	47
3.3.	Análisis sensorial .....	49
3.3.1.	Análisis sensorial con un panel de niños de 4 a 6 años.....	49
3.3.2.	Análisis sensorial con un panel de niños de 9 a 11 años.....	52
3.3.3.	Análisis sensorial con un panel entrenado .....	55
3.3.4.	Análisis sensorial mediante encuesta de aceptabilidad a público en general.....	65
3.4.	Análisis fisicoquímico de los geles G3, G10 y G11 .....	67
3.4.1.	Determinación de humedad .....	67
3.4.2.	Sólidos solubles.....	67
3.4.3.	pH.....	67
3.4.4.	Acidez.....	68
3.4.5.	Cenizas .....	68
3.4.6.	Proteínas .....	68
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>		
<b>69</b>		
4.1.	Discusión .....	69
4.1.1.	Perfil de textura.....	69
4.1.2.	Sinéresis .....	70
4.1.3.	Análisis sensorial.....	70
4.1.4.	Análisis fisicoquímico .....	74
4.2.	Conclusiones .....	75
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		
<b>77</b>		
<b>ANEXOS .....</b>		
<b>84</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principales empresas liberteñas y su cartera de productos.....	19
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje (%) de insumos a emplearse en las muestras de geles. ....	26
<b>Tabla 3.</b> Formato de prueba triangular.....	35
<b>Tabla 4.</b> Formato de prueba de textura. ....	39
<b>Tabla 5.</b> Metodología empleada en el entrenamiento del panel sensorial... ..	35
<b>Tabla 6.</b> Formato de prueba de aceptabilidad en panel entrenado. ....	38
<b>Tabla 7.</b> Escala hedónica de 5 puntos para evaluación sensorial de alimentos. ....	39
<b>Tabla 8.</b> Formato de prueba de aceptabilidad: jueces no entrenados. ....	40
<b>Tabla 9.</b> Propiedades mecánicas obtenidas para las formulaciones a base de chía, quinua y colapez. ....	41
<b>Tabla 10.</b> Modelos, bondades de ajuste ( $R^2$ ) y valor $p$ , obtenidos para las formulaciones óptimas.....	41
<b>Tabla 11.</b> Propiedades mecánicas de los geles a base de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C).....	43
<b>Tabla 12.</b> Modelos matemáticos, coeficientes de determinación ( $R^2$ ), error estándar (S.E.) y valor $p$ , obtenidos para las formulaciones óptimas a base de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C). ....	44
<b>Tabla 13.</b> Superficies de respuesta para las propiedades mecánicas de los geles y mezclas óptimas a partir de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C).....	44
<b>Tabla 14.</b> Concentraciones óptimas de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C) determinadas a partir de análisis de texturometría .....	47
<b>Tabla 15.</b> Mezclas elegidas para análisis sensorial. ....	47
<b>Tabla 16.</b> Determinación de sinéresis realizado a los 4 y 18 días .....	48
<b>Tabla 17.</b> Frecuencia de edades de niños entre los 4-6 años del jardín público. ....	49
<b>Tabla 18.</b> Número de niños de 4-6 años del jardín público que valoraron los geles G3, G10 y G11.....	49
<b>Tabla 19.</b> Frecuencia de edades de niños entre los 4-6 años del jardín privado. ....	50
<b>Tabla 20.</b> Número de niños de 4-6 años del jardín privado que valoraron los geles G3, G10 y G11.....	51
<b>Tabla 21.</b> Puntuación de la aceptación de las muestras entre los niños de 4-6 años en una escala hedónica facial mixta de 3 puntos. ....	52

<b>Tabla 22.</b> <i>Frecuencia de edades de niños entre los 9-11 años la escuela pública. ...</i>	<b>52</b>
<b>Tabla 23.</b> <i>Número de niños de 9-11 años de la escuela pública que valoraron los geles G3, G10 y G11. ....</i>	<b>52</b>
<b>Tabla 24.</b> <i>Frecuencia de edades de niños entre los 9-11 años de la escuela privada. ....</i>	<b>53</b>
<b>Tabla 25.</b> <i>Número de niños de 9-11 años de la escuela privada que valoraron los geles G3, G10 y G11. ....</i>	<b>53</b>
<b>Tabla 26.</b> <i>Puntuación de la aceptación de las muestras entre los niños de 9-11 años en una escala hedónica facial mixta de 3 puntos. ....</i>	<b>54</b>
<b>Tabla 27.</b> <i>Porcentaje de residuos de los geles generados por los escolares de 9-11 años. ....</i>	<b>54</b>
<b>Tabla 28.</b> <i>Frecuencia de edades de panelistas entrenados. ....</i>	<b>55</b>
<b>Tabla 29.</b> <i>Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 por parte del panel entrenado. ....</i>	<b>55</b>
<b>Tabla 30.</b> <i>Frecuencia de edades de panelistas no entrenados. ....</i>	<b>65</b>
<b>Tabla 31.</b> <i>Preferencia de consumo de la mezcla G3 en función del género. ....</i>	<b>69</b>
<b>Tabla 32.</b> <i>Porcentaje de humedad en los geles G3, G10 y G11. ....</i>	<b>67</b>
<b>Tabla 33.</b> <i>Sólidos solubles en los geles G3, G10 y G11. ....</i>	<b>67</b>
<b>Tabla 34.</b> <i>Valores de Ph en los geles G3, G10 y G11. ....</i>	<b>67</b>
<b>Tabla 35.</b> <i>Porcentaje de acidez en los geles G3, G10 y G11. ....</i>	<b>68</b>
<b>Tabla 36.</b> <i>Porcentaje de cenizas (%) en los geles G3, G10 y G11. ....</i>	<b>68</b>
<b>Tabla 37.</b> <i>Porcentaje de proteínas en los geles G3, G10 y G11 según cálculo de valor nutricional. ....</i>	<b>68</b>



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Región experimental definida para los ensayos.....	25
<b>Figura 2.</b> Proceso de elaboración del gel a base de chíá, quinua y zumo de maracuyá. .....	27
<b>Figura 3.</b> Formato de prueba de aceptabilidad sensorial a niños (Elaboración propia). .....	32
<b>Figura 4.</b> Prueba de sinéresis en los geles a base de chíá (CH), quinua (Q) y colapez (C) a los 4 y 18 días de elaborados los geles. ....	48
<b>Figura 5.</b> Frecuencia de niños entre 4 y 6 años del jardín público (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11. ....	50
<b>Figura 6.</b> Frecuencia de niños entre 4 y 6 años del jardín privado (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11. ....	51
<b>Figura 7.</b> Frecuencia de niños entre 9 y 11 años de la escuela pública (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11. ....	53
<b>Figura 8.</b> Frecuencia de niños entre 9 y 11 años de la escuela privada (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11. ....	54
<b>Figura 9.</b> Evaluación de parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 por el panel entrenado.....	57
<b>Figura 10.</b> Evaluación de parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 por el panel entrenado: género femenino.....	57
<b>Figura 11.</b> Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G3 por parte del panel entrenado: género femenino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra. ....	58
<b>Figura 12.</b> Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G10 por parte del panel entrenado: género femenino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra. ....	59
<b>Figura 13.</b> Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G11 por parte del panel entrenado: género femenino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra. ....	60
<b>Figura 14.</b> Evaluación de parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 por el panel entrenado: género masculino. ....	61
<b>Figura 15.</b> Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G3 por parte del panel entrenado: género masculino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra. ....	62
<b>Figura 16.</b> Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G10 por parte del panel entrenado: género masculino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra. ....	63
<b>Figura 17.</b> Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G11 por parte del panel entrenado: género masculino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra. ....	64

<b>Figura 18.</b> Evaluación de aceptabilidad sensorial del gel G3 por parte del público en general mediante encuesta de aceptabilidad - prueba “me gusta” “no me gusta”.....	66
<b>Figura 19.</b> Evaluación de aceptabilidad sensorial del gel G3 por parte del público en general, por género (masculino y femenino) en prueba “me gusta” “no me gusta”...	66
<b>Figura 20.</b> Preparación de materia prima e insumos. ....	84
<b>Figura 21.</b> Análisis de perfil de textura, prueba de penetración.....	84
<b>Figura 22.</b> Análisis de perfil de textura, prueba de penetración.....	84
<b>Figura 23.</b> Análisis de perfil de textura, prueba de compresión.....	85
<b>Figura 24.</b> Análisis de sinéresis. ....	85
<b>Figura 25.</b> Muestras G1-G10 para análisis de texturometría.....	85
<b>Figura 26.</b> Análisis de texturometría en laboratorio.....	86
<b>Figura 27.</b> Fichas y muestras para análisis sensorial a niños. ....	86
<b>Figura 28.</b> Análisis sensorial con niños.....	87
<b>Figura 29.</b> Selección de panel entrenado.....	87
<b>Figura 30.</b> Entrenamiento a panel entrenado.....	88

## ÍNDICE DE ECUACIONES

**Ecuación 1.** Porcentaje de Cenizas.

**Ecuación 2.** Porcentaje de acidez.

**Ecuación 3.** Porcentaje de Humedad.

**Ecuación 4.** Porcentaje de Sinéresis.

**Ecuación 5.** Cálculo de muestra para una población finita.

**Ecuación 6.** Cálculo de muestra de población infinita para variables cualitativas.

**Ecuación 7.** Porcentaje de rechazo de producto.

**Ecuación 8.** Porcentaje de aceptación de producto.

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la mezcla óptima de colapez, chíá y quinua que permita obtener una gelatina con las mejores propiedades fisicoquímicas y mayor aceptabilidad sensorial. Para esto se elaboraron diez mezclas de gelatinas (G1-G10) a base de chíá, quinua y colapez, cuyas concentraciones fluctuaron entre valores de 3.00-5.75%, 0.25-3.00% y 4.00-6.75%, respectivamente. Estas gelatinas fueron analizadas mediante pruebas de penetración y compresión, destacándose las mezclas G3 y G10, con concentraciones de colapez, chíá y quinua de 6.75%, 3.00%, y 0.25%; y 5.83%, 0.71%, y 3.46% respectivamente, como las mezclas con las mejores características texturométricas (mayor fuerza de ruptura, firmeza y dureza). Además, la mezcla G3 mostró los porcentajes más bajos en la determinación de sinéresis a los 4 días y 18 días, con valores de 89.70% y 89.54%, respectivamente. Adicionalmente, mediante análisis de superficie de respuesta se obtuvo una mezcla ideal denominada G11, cuyas concentraciones de colapez, chíá y quinua fueron de 5.76%, 3.31% y 0.84%, respectivamente. Con base en los resultados obtenidos, los geles G3, G10 y G11 fueron sometidos a pruebas sensoriales mediante panel entrenado, encuesta de aceptabilidad a público en general, niños de 4-6 años, y niños de 9-11 años de colegios públicos y privados. El panel entrenado asignó una mayor puntuación para la mezcla G3 en los parámetros de resistencia al corte y firmeza, mientras que la mezcla G10 mostró mayor puntuación en los parámetros friabilidad, sabor y dulzor. No obstante, dicho panel sensorial no reportó diferencias significativas en la puntuación global de las mezclas, al igual que la mayoría de panelistas infantiles, quienes no percibieron diferencias en las mezclas evaluadas. Finalmente, con base en los resultados obtenidos, la mezcla G3 mostró mayor estabilidad fisicoquímica, mejor perfil texturométrico (fuerza de ruptura, firmeza y dureza), y mayor aceptabilidad sensorial (resistencia al corte y firmeza). Por su parte, la mezcla G10 mostró mejor perfil texturométrico en cuanto a elasticidad, y mayor aceptabilidad sensorial respecto a friabilidad, sabor y dulzor.

**Palabras clave:** gelatina, gelatina de maracuyá, maracuyá, texturometría, aceptabilidad sensorial

## ABSTRACT

The aim of this work was to determine the optimum mixture of isinglass, chia and quinoa that would allow obtaining a jelly with the best physicochemical properties and greater sensory acceptability. Ten jelly mixtures (G1-G10) based on chia, quinoa and isinglass were prepared, with concentrations between 3.00-5.75%, 0.25-2.08% and 400-6.75%, respectively. These jellies were analyzed by penetration and compression tests. Of these jellies, stand out mixtures G3 and G10, with concentration of isinglass, chia and quinoa of 6.75%, 3.00%, and 0.25%; and 5.83%, 0.71%, and 3.46% respectively, as the mixtures with the best texture profiles (greater breaking strength, firmness and hardness). In addition, the G3 mixture showed the lowest percentages of syneresis at 4 and 18 days, with values of 89.70% and 89.54%, respectively. Moreover, an ideal mixture, called G11, was obtained by response surface analysis, whose contents of isinglass, chia and quinoa were 5.76%, 3.31% and 0.84%, respectively. Based on the results obtained, G3, G10 and G11 gels were subjected to sensory tests by a trained panel, general public acceptability survey, children aged 4-6 years, and children aged 9-11 years of public and private schools. The trained panel assigned a higher score for the G3 mixture in the cutting resistance and firmness parameters, while the G10 mixture showed a higher score in the friability, flavor and sweetness parameters. However, this sensory panel did not report differences in the overall score of the tested mixtures, as did most of the children's panelists, who did not perceive differences in the tested mixtures. Finally, based on the obtained results, the G3 mixture showed the greater physicochemical stability and the better texturometric profile (breaking strength, firmness and hardness), and greater sensory acceptability (cut resistance and firmness). On the other hand, the G10 mixture showed the better texturometric profile in terms of elasticity, and greater sensory acceptability regarding friability, flavor and sweetness.

**Key words:** gelatin, passion-fruit gelatin, passion-fruit, texture profile, sensorial acceptability.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Actualmente, en el mercado local, se comercializan productos con alto contenido de azúcares, conservantes y aditivos, cuyo alto consumo puede causar diversas enfermedades. Por ejemplo, el elevado consumo de azúcares se asocia con ciertas enfermedades como diabetes, obesidad, sobrepeso, alteraciones hepáticas y caries dental (Cabezas, Hernández y Vargas, 2015). Hay una fuerte relación entre el consumo excesivo de productos azucarados y mayor riesgo de desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 (Partearroyo, Sánchez y Varela, 2013). Durante el embarazo, se puede originar diabetes mellitus gestacional, la cual es una intolerancia a los hidratos de carbono de severidad variable (Metzger y Coustan, 1998).

Asimismo también se comercializan productos con edulcorantes no calóricos, como parte de sus ingredientes. Entre los edulcorantes podemos mencionar a la sacarina, aspartame, sucralosa, acesulfame K, neotamo, alitamo y la stevia. Estos edulcorantes son utilizados como sustitutos del azúcar para la prevención del sobrepeso y la diabetes, enfermedades que pueden conducir al desarrollo de múltiples padecimientos, especialmente del tipo crónico degenerativo (Velasco y Echavarría, 2011).

La stevia en particular es un aditivo alimentario (código SIN 960). En la actualidad se aplica como edulcorante en una serie de alimentos procesados, ya que contiene glucósidos de esteviol como ingrediente activo, dado que es no calórico, y hasta 100-300 veces más dulce que la sacarosa. (Vázquez et al., 2007). Es originaria del Sudeste de Paraguay, de la parte selvática subtropical de Alto Paraná. Fue usada ancestralmente por sus aborígenes, como edulcorante y medicina. Sin embargo, el género *Stevia* consta de más de 240 especies de plantas nativas de Sudamérica, Centroamérica y México (Cruz, 2015).

Por otro lado, el consumo de productos con grandes cantidades de colorantes genera reacciones alérgicas, tales como asma y urticaria (Boğa y Binokay, 2010).

Del mismo modo, aditivos como los agentes gelificantes inducen la inflamación y la neoplasia intestinal (Bejarano y Suárez, 2015). Pese a ello, son necesarios para la elaboración de gran variedad de productos alimentarios, por ejemplo, en alimentos gelificados, cuya base es la formación de un gel, el cual es una matriz o red de macromoléculas que se encuentran unidas para atrapar a una fase líquida entre los espacios interiores (Badui, 2006).

### **1.1.1. Agentes gelificantes**

Existe una gran cantidad de productos gelificados que utilizan pectina, carragenina y agar como agentes gelificantes, tal es el caso de gelatinas, gomitas, pastillas de gomas, entre otros. La combinación de pectina con la gelatina natural (colapez) resulta en productos con mayor durabilidad y mejores características de textura (Boca, Krasnova, Seglina y Skrupskis, 2009). El colapez se elabora mediante hidrólisis parcial del colágeno mediante un proceso ácido o alcalino (Romero, 2016). Es extraída mayoritariamente a partir de piel de cerdo (46%), pieles de bovino (29.4%), huesos (23.1%) y otras fuentes (1.5%) (GME, 2008), así como del pescado, aunque su producción comercial es alrededor de 1% en el mundo (Jamilah y Harvinder, 2002).

La gelatina es un biopolímero, con un amplio rango de aplicaciones en la industria, como gelificante, espesante, ligante de agua (impidiendo el fenómeno de sinéresis), emulsificante, estabilizante, espumante, adhesivo, etc. (Ward y Courts, 1977; Poppe, 1999).

Según Schmidt (1990), existen otras sustancias gelificantes que sirven como sustitutos del colapez, las cuales se dividen en 4 grandes grupos: espesantes químicos, gomas vegetales, espesantes-gelificantes, y derivados de algas marinas.

- Dentro del primer grupo, espesantes químicos, se encuentran los derivados de la celulosa, y los derivados del almidón. Respecto a los derivados de la celulosa, uno de los más usados es la carboximetilcelulosa (CMC), un polisacárido aniónico obtenido por hidrólisis ácida y posteriormente sometido a un proceso de alcalinización de la celulosa. Una de sus características principales es que mejora la viscosidad de los productos alimentarios,

formando previamente soluciones claras y solubles en agua fría o caliente (Valencia, Millán, Estepa y Botero, 2008). Es empleado principalmente para néctares de frutas.

Por su parte, el almidón tiene varias aplicaciones, que incluyen desde la mejora de la consistencia de los alimentos, hasta su uso en los procesos de fabricación de papel, empaques biodegradables, entre otros. Constituye la principal fuente de almacenamiento de energía en los vegetales. Dentro de los derivados del almidón, se encuentran los almidones pre gelatinizados por vía física, es decir pasan por una pre cocción del almidón, seguido de molienda y desecación. Se venden bajo el nombre de disolución inmediata. Así mismo, se encuentran los almidones modificados por vía química, mediante ácidos, reticulados molecularmente, y estabilizados, como la povidona (Hernández, Torruco, Chel-Guerrero y Betancur, 2008).

- Respecto a las gomas vegetales, Schmidt (1990) menciona que son cinco las más usadas como espesantes:
  - La primera y segunda son la goma arábiga y goma tragacanto, obtenidas de exudados de cortes en la corteza del árbol de *Acacia senegal* y *Astragalus gummifer*, respectivamente.
  - La tercera goma proviene de las semillas de algarrobo, y es la goma garrofin.
  - La cuarta es la goma guar, obtenida de las semillas de la leguminosa: *Cyamopsis tetragonolobus*.
  - Finalmente se encuentra la goma xantana, obtenida de la fermentación de un carbohidrato con la bacteria *Xanthomonas campestris*.
- También se tiene al grupo de espesantes-gelificantes, que incluye a la pectina, la gelatina, proteínas de origen vegetal, de huevo (albúmina), plasma o suero sanguíneo y de leche (Schmidt, 1990).
- Finalmente se encuentra el grupo de los gelificantes a base de algas marinas, como los alginatos, provenientes de algas pardas (*Laminaria* y *Macrocystis pyrifera*), el agar, que proviene de algas rojas o rodofíceas (*Gelidium* y



*Gracilaria*), y la carragenina, obtenida por extracción acuosa de otras algas rodofíceas (*Chondrus crispus* y *Gigartina stellata*) (Schmidt, 1990).

Como se ha mencionado previamente, existe una amplia variedad de aditivos alimentarios como espesantes y gelificantes empleados en alimentos listos para consumir, mas no existe en los mercados productos alternativos en cuyas formulaciones no se incluyan ingredientes químicamente sintetizados, productos que además de poseer valor nutritivo, aporten otros beneficios a la salud del consumidor, ayudando por ejemplo a prevenir ciertas enfermedades y mejorar el bienestar físico y mental (Sedó, 2001).

### 1.1.2. Alimentos funcionales

En el Perú se produce una gran variedad de materia prima que podría servir para elaborar productos funcionales de consumo inmediato. Un alimento funcional es aquel que tiene componentes activos que cumplen diversas funciones en la salud humana, como, por ejemplo, función protectora contra diversas enfermedades, además de su aporte nutricional (Sedó, 2001). Los alimentos funcionales disponibles en el Perú incluyen granos andinos tales como la quinua, cañihua, kiwicha, linaza, chía, maca, entre otras (Ministerio de Agricultura, 2014), a partir de los cuales se puede diseñar nuevos productos que brinden beneficios al consumidor; no obstante, el diseño de estos productos implica el desarrollo de procesos tecnológicos nuevos de tal manera que el producto cumpla con los estándares de calidad que exige el mercado.

En el Perú se puede encontrar variados productos con base en estos ingredientes, tales como bebidas, yogures, galletas, pan, cereales, barras nutritivas, compotas, mermeladas, etc. En el caso de la chía, a nivel comercial, existe una gran cantidad de presentaciones para el consumo humano, tales como bebidas refrescantes, fórmulas para bebés, barras nutritivas, entre otros. También se puede extraer el mucílago de chía para utilizarlo como fuente de fibra dietética o para utilizarlo como espesante en mermeladas, jaleas, yogures y salsas (Busilacchi, Qüesta y Zuliani, 2015). Con relación a la quinua, existen productos como sopas, bebidas, y otros productos no tradicionales como galletas, tortas y jugos (FAO, 2011).

### **1.1.3. Mercado de gelatinas y alimentos funcionales en el Perú**

Un producto que podría elaborarse considerando ingredientes funcionales es una gelatina natural, tomando en cuenta que este mercado ha venido consolidándose en el Perú. El diario El Comercio mencionaba en el año 2010 que el rubro de gelatinas era un mercado pequeño, pero que pudo crecer en julio del mismo año un 24% respecto al mismo mes del año 2009. De este modo, las empresas facturaron 6.1 millones de soles. Además, señalaba que en el 2010 se consumía 626 mil kilos de ese producto en Lima y Callao, 55.6% liderado por las gelatinas envasadas. Dentro de los principales fabricantes que aportaban de estas cifras se encontraban PERUSAC con su marca Universal, y muy atrás Royal y La Negrita.

Buena parte de las gelatinas procesadas se destinan a mercados externos. Con relación a los principales mercados de destino, El Centro de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima (2016) indica que Chile concentró la mayor demanda de estos productos, seguido de Estados Unidos, y Bolivia. Asimismo, El Diario Perú 21 (2016), citando a la Cámara de Comercio Exterior de Lima, menciona que aproximadamente 0.89 millones de dólares se exportaron en el año 2013 debido a la demanda de flanes y gelatinas, 0.61 en el 2014, y 0.60 en el 2015. Estos datos muestran un descenso en las exportaciones de dichos productos, es decir, dejan de ser consumidos en el exterior. Una de estas causas podría deberse a que no es un producto listo para consumir, y a que contiene ingredientes en su mayoría de origen sintético, como la tartrazina, colorante alimentario cuyo consumo se ha relacionado con reacciones adversas que pueden incluir urticaria, angioedema, asma, náuseas y migraña en algunos consumidores. Al respecto, la revista “The Lancet” publicó un estudio en el cual, a tres pacientes, con antecedentes de intolerancia a aditivos alimentarios, se les suministró 10 mg de tartrazina por vía oral. El primer paciente reaccionó con migraña, el segundo con eccema atópico y el tercero con estomatitis y náuseas (Schaubschläger, Zabel, y Schlaak, 1987).

Ida (2010) menciona ciertas tendencias de consumo en el mercado europeo, por ejemplo, preferencia de los consumidores por comidas que necesiten poca elaboración,

compra de alimentos con ingredientes y productos naturales, y aceptación de la comida preparada, siempre que haya sido elaborada a partir de elementos naturales, por lo que es necesario buscar alternativas de productos que incentiven a los consumidores a optar por productos listos para consumir, funcionales y saludables.

Respecto a la oferta de productos con estas características, en el mercado liberteño, y podría considerarse en el mercado peruano, no se cuenta con productos gelificados de carácter funcional listos para consumir, prueba de ello es el listado mostrado en la Tabla 1, con la cartera de productos de las principales empresas liberteñas.

Tabla 1

*Principales empresas liberteñas y su cartera de productos.*

Empresa	Línea de productos	Producto	Descripción	Fuente
Danper	Frescos	Espárrago verde y blanco, pimienta californiana, pimienta piquillo rojo, pimienta <i>Cherry Hot</i> , alcachofa.	Productos frescos, desinfectados y envasados para exportación.	
	Congelados	Mango, uva Red Globe, uva Sagraone, uva Crimson, aguaymanto, palta, arándano, papaya andina y papaya criolla.	Congelados mediante proceso IQF.	
	Granos y orgánicos	Quinua blanca, roja y negra, chíá, amaranto, kiwicha, papaya andina	Granos andinos envasados. Papaya andina orgánica.	<a href="http://www.danper.com/es/productos/">http://www.danper.com/es/productos/</a>
	Gourmet y listos para consumir	Salsas, bruschettas, grillados, vinagretas, ensalada de alcachofa, mermeladas, tapenades, <i>dips</i> con quinua, Quinua <i>Lunch</i> y Quinotto en Bolsa <i>Pouch</i> .	Mezclas con sabores tropicales hasta mediterráneos. Acompañantes para aperitivos y comidas. En el caso de los Quinotto, su presentación es en envase plástico con cucharita: listos para comer.	
Camposol	Frescos	Arándano, palta, mango, mandarina y uva.	Frutas frescas, firmes al ser presionadas suavemente y sin aberturas. El color debe de ser intenso. Presentación en envases de plástico.	<a href="https://www.camposol.com.pe/productos.html">https://www.camposol.com.pe/productos.html</a>

<b>Virú</b>	Congelados	Arándano, palta, mango y langostinos.	Congelados mediante proceso IQF.	<a href="http://www.viru.com.pe/products.php">http://www.viru.com.pe/products.php</a>
		Línea vegetal	Alcachofa, pimienta piquillo, berenjena, zucchini, espárrago verde y espárrago blanco en conserva.	
	Preservados	Línea parrillas	Vegetales aparrillados.	
		Línea frutas	Frutas listas para preparar jugos, ensaladas o postres.	
	Creaciones	Línea quinua	Quinua cocida, seca, salsas de quinua y quinua como snack con cucharita.	
		Línea <i>party tray</i>	Mix de vegetales frescos en una sola presentación listos para consumir.	
		Salsas.	Crema, patés, pestos, mermeladas.	
	Congelados	Línea vegetal	Alcachofa, espárrago blanco, espárrago verde y pimienta piquillo congelados mediante IQF.	
		Línea frutas	Mango y palta congelados mediante IQF.	
	Frescos	Línea vegetal	Alcachofa, espárrago blanco y espárrago verde.	
		Línea frutas	Mango y palta envasados en jabas.	
	<b>Hortifrut</b>	Berries frescos	Arándano, fresa, frambuesa, mora, zarzaparrilla, aguaymanto, murtila y granada	
Berries congelados		Berries congelados mediante IQF.		
Berries deshidratados		Berries deshidratados en estufa.		
<b>Agroensancho</b>	Semillas	Chía blanca, chía negra, semillas de girasol y ajonjolí envasadas.		
	Aceites	Aceite de coco y chía.		
	Productos en polvo	Moringa, cúrcuma, alfalfa, graviola, tocosh, maíz morado, canela, algas marinas, ajo en polvo, colágeno, maca negra, espirulina, té verde, cacao, jengibre en polvo.		<a href="http://www.agroensancho.com/#productos">http://www.agroensancho.com/#productos</a>
	Bebidas	Chía sabor a arándano, maracuyá y piña, bebida de arándanos, granada, agua de Jamaica.		
	Cápsulas	Cápsulas de moringa, cúrcuma, neem, ajos, graviola, maíz morado, espirulina, canela, alfalfa, tocosh, maca negra, granada, maca amarilla, maca roja, camu camu, jengibre, alcahofa y té verde.		
	Miel/jarabes	Mermelada de arándano, miel de abeja, jarabe de agave, jarabe de yacón.		

---

Sal	Sal rosada de Maras.
Hojas deshidratadas	Hojas de moringa, hojas de guanábana, hojas de neem y té verde.

---

IQF: Individual Quick Freezing.

Como se observa en la Tabla 1, son dos las empresas que han optado por ofrecer alimentos funcionales y listos para consumir. Sin embargo, ninguna de ellas ofrece productos gelificados, de carácter funcional, en formato de postre.

Es por ello que el presente estudio constituye parte del diseño de un producto innovador, a partir del desarrollo de una mezcla óptima de ingredientes (funcionales y otros) que permitan la elaboración de un gel con características fisicoquímicas y organolépticas adecuadas.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la mezcla óptima de colapez, chía y quinua que permita obtener una gelatina con zumo de maracuyá con las mejores propiedades fisicoquímicas y mayor aceptabilidad?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la mezcla óptima de colapez, chía y quinua que permita obtener una gelatina con zumo de maracuyá con las mejores propiedades fisicoquímicas y mayor aceptabilidad.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar las mezclas que presentan las mejores características texturométricas (fuerza de ruptura, firmeza y dureza).

- Realizar análisis fisicoquímico a las mezclas con mejores características texturométricas, y a la mezcla óptima determinada mediante superficie de respuesta.
- Determinar la mezcla con mayor aceptabilidad sensorial por parte de panelistas infantiles, panel entrenado, y encuesta a público en general.

#### **1.4. Hipótesis**

Una mezcla conteniendo 5 % de colapez, 4 % de chía y 1 % de quinua permitirá obtener una gelatina con zumo de maracuyá con las mejores propiedades fisicoquímicas y mayor aceptabilidad.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

**2.1.1. De acuerdo al fin que se persigue:** Aplicada.

**2.1.2. De acuerdo a la naturaleza de los datos:** Cuantitativa.

**2.1.3. De acuerdo al nivel:** Explicativa.

**2.1.4. De acuerdo al diseño de investigación:** Experimental pura.

### **2.2. Materiales e instrumentos**

#### **2.2.1. Materiales consumibles**

- Colapez (Fleischmann, Alemania)
- Chía negra (Ecovalle, Perú)
- Quinoa blanca (Organix Perú, Perú)
- Maracuyá
- Stevia cristalizada (Nutrastevia, Perú)
- Agua
- Sorbato de potasio (SuMan, Perú)

#### **2.2.2. Reactivos químicos**

- Hipoclorito de sodio (SuMan, Perú)
- Hidróxido de sodio 50% (SuMan, Perú)
- Agua destilada (Dropaksa, Perú)
- Fenolftaleína (Dropaksa, Perú)

### 2.2.3. Instrumentos y equipos

- Refractómetro digital de mano (ATAGO modelo PAL, Estados Unidos)
- Texturómetro (TA.HDplus, Reino Unido)
- pH metro (HANNA HI 98128, Estados Unidos)
- Termómetro (BOECO, Alemania)
- Termobalanza (OHAUS MB45 Basic LA, Suecia)
- Balanza analítica (METROTEC, modelo PA224C, Ohaus Corporation, Estados Unidos)
- Centrífuga (FUNKE GERBER 3670 Nova-Safety, Alemania)
- Agitador magnético (ISOLAB 613.01.001, Alemania)
- Mufla (Yamato Scientific, modelo FO100CR, Estados Unidos)
- Utensilios varios

### 2.2.4. Softwares

- Statistica software version 7.0 (Statsoft, Oklahoma, USA).
- Microsoft Excel

## 2.3. Métodos y técnicas

### 2.3.1. Preparación de materia prima e insumos

Para la obtención de la pulpa de fruta de maracuyá, los frutos se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio a 25 ppm y agua potable por 15 minutos y fueron sometidos a lavados sucesivos con agua potable. Se realizó el cortado del maracuyá, obteniendo su pulpa, la cual fue triturada y posteriormente filtrada para eliminar las semillas.

Los granos de quinua y chía se acondicionaron de la siguiente manera:

- Chía: Se sumergió en agua destilada (1:30 w/v) a 25°C durante 2 horas con agitación constante para la extracción de mucílago (Dick et al., 2015).

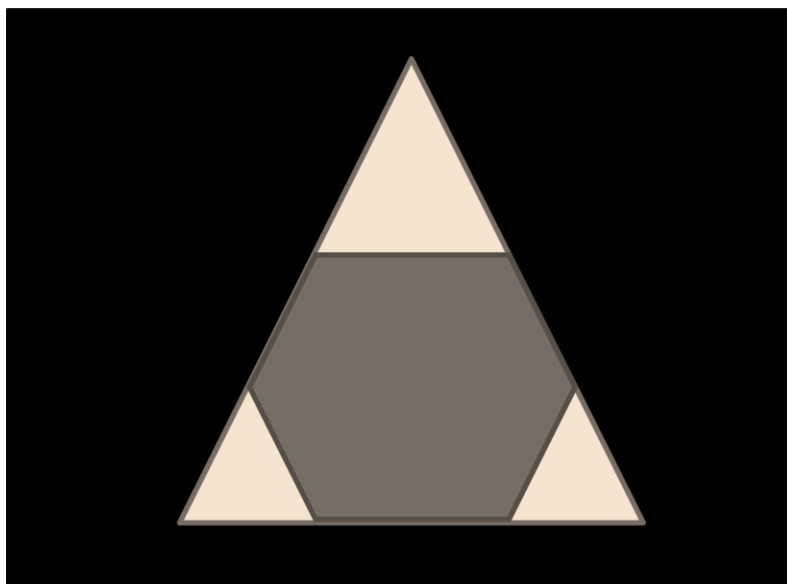


- Quinua: los granos fueron remojados en agua por 30 minutos para la desaponificación. Finalizado esto, se realizó un lavado, escurrido y posterior cocción a través de vapor a presión atmosférica durante 11 minutos, pues según Cervilla, Mufari, Calandri y Guzmán (2014) es el método por el cual se pierden menos proteínas.

Por su parte, el colapez se disolvió en agua a 90 °C con agitación constante.

### 2.3.2. Diseño de las mezclas

Se utilizó un diseño de Mezclas Simplex-Centroide (Guish, Pavioni, y Kessler, 2011), siendo los componentes las concentraciones de chía, quinua y colapez. La finalidad fue obtener la combinación de ingredientes que mejores propiedades textuométricas confieran a las gelatinas. Las concentraciones de dichos ingredientes no son independientes unas de otras, es decir la variación de la concentración de uno afectará también la concentración de los otros, verificando la restricción de que la suma de las proporciones de los componentes siempre debe permanecer constante (sumar 100%). Tomando como referencia la metodología desarrollada por Schmidt (2006), en la Figura 1 se muestra la región experimental del diseño.



*Figura 1.* Representación de la región experimental definida para los ensayos.

En la Tabla 2 se muestran las proporciones de los materiales, determinadas mediante el software Statistica 7 según los siguientes rangos: chía con un rango entre 3.00-5.75%, quinua entre 0.25 a 3.00%, y colapez entre 4.00 a 6.75%.

Debe verificarse la restricción de que la diferencia entre el límite menor y el mayor sea siempre la misma en el caso de los tres componentes; asimismo la suma de estos debe ser el 10% del total de la mezcla. Por otro lado, la cantidad de maracuyá, agua y stevia se mantiene constante, y suma 90%.

Tabla 2

*Porcentaje (%) de insumos a emplearse en las muestras de geles*

Mezcla	Chía (%)	Quinua (%)	Colapez (%)	H <sub>2</sub> O (%)	Maracuyá (%)	Stevia (%)	TOTAL (%)
1	5.75	0.25	4.00	60.13	29.62	0.25	100
2	3.00	3.00	4.00	60.13	29.62	0.25	100
3	3.00	0.25	6.75	60.13	29.62	0.25	100
4	4.38	1.63	4.00	60.13	29.62	0.25	100
5	4.38	0.25	5.38	60.13	29.62	0.25	100
6	3.00	1.63	5.38	60.13	29.62	0.25	100
7	3.92	1.17	4.92	60.13	29.62	0.25	100
8	4.83	0.71	4.46	60.13	29.62	0.25	100
9	3.46	2.08	4.46	60.13	29.62	0.25	100
10	3.46	0.71	5.83	60.13	29.62	0.25	100

### 2.3.3. Preparación de los geles

Se mezcló el colapez según las proporciones de la Tabla 2 con 60.13 g de agua a 90 °C en agitación constante. Posterior a ello, se agregó 0.25 g de stevia cristalizada, agitando continuamente. Seguidamente se adicionó quinua cocida al momento de alcanzar la mezcla 70 °C, agitando constantemente por otros 2 minutos. Luego, se añadió la proporción indicada de chía con el mucílago a 30 °C. En seguida, se adicionó 29.62 g de zumo de maracuyá. Finalmente se añadió 0.1% de sorbato de potasio y se refrigeró la mezcla a 10 °C por 6 horas (Moraga, 2008).

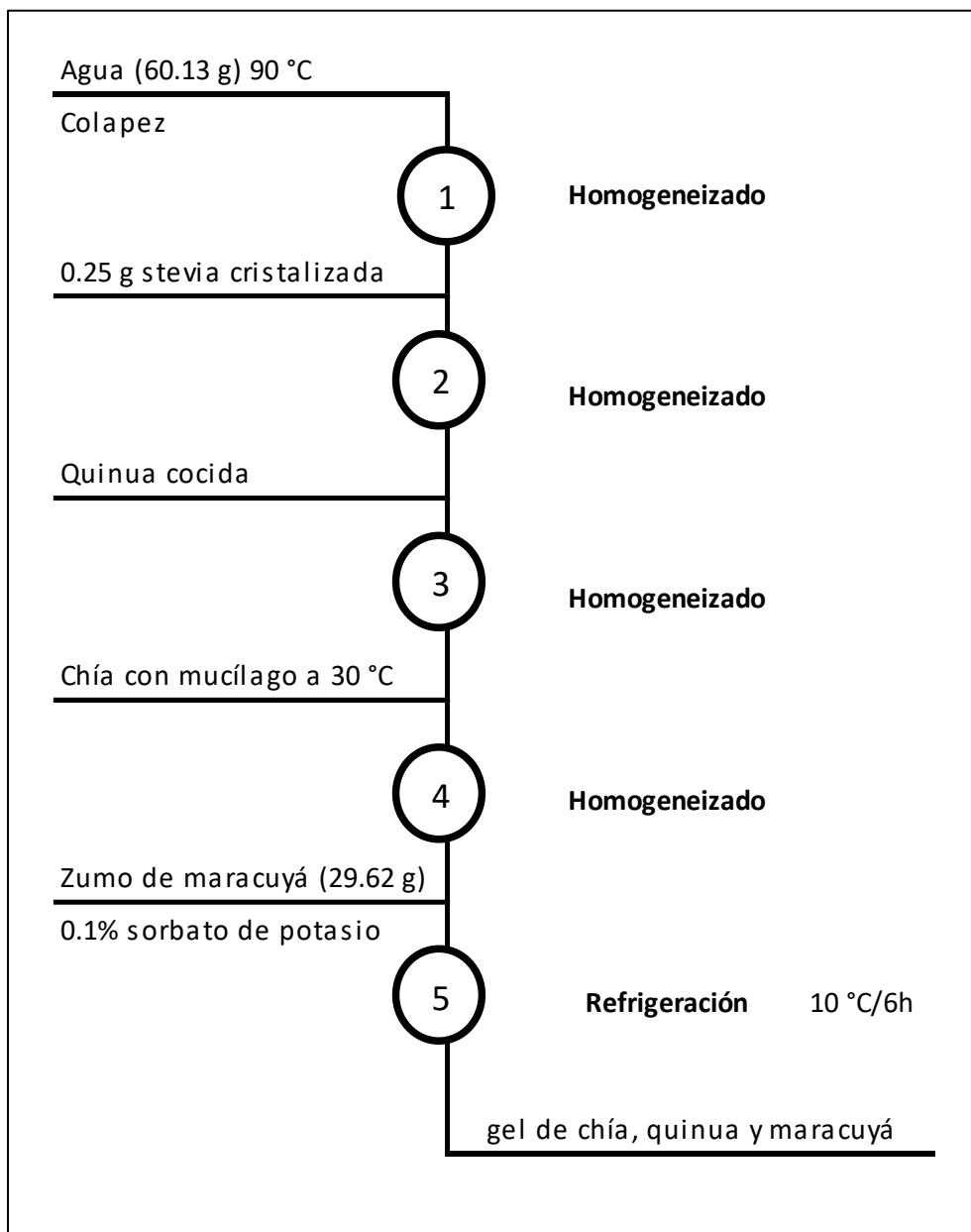


Figura 2. Proceso de elaboración del gel a base de chía, quinua y zumo de maracuyá.

### 2.3.4. Caracterización de los geles

#### 2.3.4.1. Proteína (cálculo valor nutricional)

Se realizó un balance de materia mediante cálculo de valor nutricional. Se detallan los insumos a emplearse en cada muestra de gelatina y la cantidad de estos que se adiciona. Posteriormente, en la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2009), se buscó

la cantidad de proteínas (en gramos) por cada 100 g contenidos de insumo. Por ejemplo, el zumo de maracuyá contiene 0.9 g de proteínas por cada 100 g.

Posteriormente, se calculó la cantidad de proteínas que contiene la muestra de gelatina al adicionar una proporción indicada de zumo de maracuyá. Por ejemplo: la muestra G3 contiene 29.62 g de zumo de maracuyá, por ello, contiene 0.267 g de proteína proveniente del zumo de maracuyá.

Se realizó el mismo cálculo con los demás insumos: chía, quinua, stevia, colapez y agua. Al finalizar, se sumaron las cantidades de proteínas que aporta cada insumo en la muestra. El resultado es el porcentaje de proteínas del producto.

#### **2.3.4.2. Cenizas**

Se pesaron de 3 a 5 g del gel en el crisol, sin que la muestra sobrepase la mitad del crisol previamente pesado. Se introdujo el crisol junto a la muestra en la mufla por 2 horas, cuidando que la temperatura no pase de 550 °C. Se repitió la operación hasta conseguir cenizas blancas o ligeramente grises, y homogéneas. Finalmente se enfrió en un desecador y se pesó (Kirk, Sawyer y Egan, 1996).

Se determinó el contenido de cenizas mediante método gravimétrico (AOAC: 923.03).

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P_1 - P_2}{M} \times 100$$

Donde:

$P_1$  = Masa de crisol con cenizas (g)

$P_2$  = Masa de crisol vacío (g)

$M$  = Masa de la muestra (g)

#### **2.3.4.3. Sólidos solubles**

Los sólidos solubles, expresados en grados Brix, se midieron por triplicado, colocando una gota (a temperatura ambiente) de solución en el refractómetro digital (AOAC: 932.12).

#### 2.3.4.4. Acidez titulable

Se determinó por triplicado por el método AOAC: 939.05. Para el análisis, fue necesario suspender una muestra en agua destilada en una proporción de 1:10. De dicha suspensión se transfirió 10 mL a un matraz Erlenmeyer, y se adicionó 4 gotas de fenolftaleína. Posteriormente se tituló la muestra con hidróxido de sodio 0.1 N hasta que se mantenga el vire al color rosa por 1 minuto. La acidez titulable fue calculada por medio de la siguiente fórmula y expresada como porcentaje de ácido cítrico.

$$\% \text{ acidez} = \frac{g \text{ ácido}}{100 \text{ mL muestra}}$$

$$\% \text{ acidez} = \frac{V \text{ NAOH} * N \text{ NAOH} * \text{meq ácido} * 100}{V}$$

Donde:

$V_{\text{NAOH}}$ : volumen de NAOH usado para la titulación

$N_{\text{NAOH}}$ : normalidad del NAOH

$\text{meq}_{\text{ácido } x}$ : miliequivalentes de ácido. El valor equivalente del ácido cítrico es: 0.064.

#### 2.3.4.5. pH

Se determinó directamente introduciendo el pH-metro en 30 mL de la mezcla en un vaso de precipitados (25 °C), con un pH-metro marca HANNA HI 98128. Previamente a las medidas, el pH-metro fue calibrado con soluciones buffers de pH 7.00 y 4.00, a una temperatura de 25 °C (AOAC: 942.12).

#### 2.3.4.6. Humedad

Para la determinación de la humedad, expresada como fracción másica de agua:  $x_w = \text{kg agua/kg materia total}$ , se pesaron de 8 a 10 g de muestra y se colocaron en una charola de aluminio formando una capa lo más homogénea posible. Se colocó la charola en la termobalanza y se procedió con la determinación del contenido de humedad. Se registró la pérdida de peso o en su caso, el porcentaje de la humedad

después de 10 minutos aproximadamente o bien cuando ya no hubo variación en la lectura (Kirk et al., 1996).

Cálculos:

$$\% H = \frac{(masa\ inicial - masa\ final) \times 100}{Masa\ inicial}$$

#### **2.3.4.7. Determinación de sinéresis**

La sinéresis se determinó al cuarto y décimo octavo día de la elaboración de la mezcla mediante el método utilizado por Keogh y O’Kennedy (1998), utilizando una muestra de 10 gramos de gel en un tubo de ensayo que se llevó a centrifugación a 5000 rpm durante 20 minutos. La masa del sobrenadante se empleó para calcular el porcentaje de sinéresis mediante la expresión siguiente:

$$Sinéresis = \frac{Masa\ del\ sobrenadante}{Masa\ de\ la\ muestra} \times 100$$

#### **2.3.5. Perfil de textura de los geles**

Las muestras fueron preparadas en un molde cilíndrico de 5.0 cm de altura y 3.5 cm de diámetro, de modo que estas fueron homogéneas en sus dimensiones y composición. Los geles estuvieron en refrigeración (10 °C) por 72 horas.

Se realizaron los análisis de perfil de textura utilizando un Texturómetro TA.HD Plus (Reino Unido), según métodos preestablecidos por el fabricante del equipo, mediante 3 pruebas. Cada muestra (T = 12 °C) fue analizada por triplicado.

- a. La primera prueba fue de penetración, llevada a cabo con una sonda cilíndrica P/2 de 2 mm de diámetro de acero inoxidable, que medía la fuerza de ruptura (gf) y elasticidad (mm). Para esta se empleó una celda de carga de 25 kg, y una velocidad de 2 mm/s para un grado de corte al 100%.

- b. La segunda prueba fue de compresión, realizada con un plato de compresión P/100 de 75 mm de diámetro de acero inoxidable, que medía la dureza (gf) y cohesión (mm).
- c. Finalmente, se realizó la prueba de penetración, midiendo la firmeza (gf) con una sonda 0.25" Ball Probe (P/0.25S), con una celda de carga de 5 kg, y a una velocidad de 1 mm/s.

### **2.3.6. Pruebas de aceptabilidad mediante análisis sensorial**

#### **2.3.6.1. Prueba sensorial para niños (4 a 6 años)**

Las muestras a distribuir entre los pre-escolares fueron pesadas y codificadas aleatoriamente antes de la distribución para el posterior análisis de aceptación. Para la elección de los panelistas se consideraron los siguientes criterios: estudiantes con edades comprendidas entre 4-6 años de ambos géneros, cuya participación fue previamente autorizada por la Dirección del Centro Educativo y los padres, además de la aprobación de la Universidad Privada del Norte.

El estudio se llevó a cabo en 2 escuelas, una pública (Republica de México) y la otra privada (Juan Peregrino XXIII). Para la evaluación se adaptó la ficha de prueba de aceptación facial mixta de cinco puntos propuesta por Da Cunha, Braz, Ribeiro, Lacerda y Stedefeldt (2013), con una modificación que consistió en una escala hedónica facial de tres puntos.

Las fichas de evaluación fueron llenadas por los evaluadores, analizando la reacción de los panelistas al momento del consumo. Cada ficha contiene la siguiente calificación y puntaje: odié (1), indiferente (3), y me encantó (5).




Edad	Muestra	
¿Qué siento comiendo la gelatina?		
		
Odié 1	Indiferente 3	Me encantó 5

Figura 3. Formato de prueba de aceptabilidad sensorial a niños (Elaboración propia).

### 2.3.6.2. Prueba sensorial para niños (9 a 11 años)

Las muestras a evaluar fueron también pesadas antes de la distribución para el posterior análisis de aceptación, y codificadas utilizando códigos de 3 dígitos asignados en orden aleatorio.

El estudio se desarrolló en dos escuelas, una pública (Alfredo Tello Salavarría) y una privada (Juan Peregrino XXIII). La participación de los niños fue previamente autorizada por la Dirección de la Escuela y padres, además de la aprobación de la Universidad Privada del Norte. Para la elección de los panelistas se tomó en cuenta los siguientes criterios: edad comprendida entre 9-11 años, y de ambos géneros.

Para la evaluación de la aceptación sensorial de los geles, se utilizó una escala hedónica facial mixta de 3 puntos (Figura 3), y un análisis de los residuos, siguiendo el método propuesto por Da Cunha et al. (2013). Las fichas de evaluación fueron llenadas por los panelistas, pues los niños con edades comprendidas entre los 9-11 años son capaces de realizar dicha acción.

Cada escolar degustó la muestra y al finalizar, respondió dos preguntas relacionadas al análisis organoléptico: ¿Qué te gustó más del producto? ¿Qué te gustó menos del producto?

## A. Medición de la aceptación de los geles



Se realizó un análisis de los residuos siguiendo el método propuesto por Abreu, Spinelli y Zanardi (2003), en el cual se calcula el porcentaje de rechazo y aceptación del producto basado en el peso de la comida rechazada y distribuida, empleando las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{ rechazo} = \frac{\text{Masa de la comida rechazada total}}{\text{Masa comida distribuida total}} \times 100$$

$$\% \text{ de aceptación} = 100 - \% \text{ rechazo}$$

Se considera que hubo una buena aceptación si el porcentaje de esta es mayor o igual a 85% (Da Cunha et al., 2013). Solo se consideró esta fórmula para el pesaje de los residuos en los niños de 9 a 11 años. No se pesaron las muestras de los niños de 4-6 años, pues ellos tardan en consumir todo el producto distribuido.

### 2.3.6.3. Escala de valoración (adultos) - jueces entrenados

Para la formación de un panel de jueces entrenados se utilizó la Norma ISO 8586:2012, la cual considera las siguientes etapas: reclutamiento, selección y entrenamiento de jueces, además de un proceso de validación del panel, que permitiera asegurar la confiabilidad del panel de evaluación sensorial.

#### A. Reclutamiento

El principio de esta etapa es reclutar candidatos y escoger a los más aptos para entrenarlos y así formar un panel de evaluación sensorial.

Se calculó la cantidad de panelistas necesarios según la fórmula para cálculo de muestra para una población finita (Aguilar, 2005).

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

$N$  = Total de la población. Se eligió como universo a los miembros de la comunidad de pregrado tradicional de la Universidad Privada del Norte, siendo este de 13 000 personas aproximadamente.

$Z = 1.96$  (usando una seguridad del 95%)

$p$  = proporción esperada (5% en este caso = 0.05)

$q = 1-p$  (0.95)

$d$  = precisión (se utilizó un valor de 5%)

La cantidad calculada según la fórmula previamente mencionada fue 73 panelistas de la Universidad Privada del Norte, entre estudiantes, personal administrativo y docentes con ciertos requisitos como: interés, motivación, conocimientos y aptitudes para interpretar y expresar sus percepciones sensoriales, buena salud y con disponibilidad para asistir tanto a los entrenamientos y evaluaciones posteriores (ISO 8586:2012).

## **B. Selección**

Las pruebas utilizadas en el proceso de selección tuvieron el propósito de familiarizar a los jueces con los métodos y con los materiales a utilizar en el análisis sensorial. Estas pruebas permiten detectar la incapacidad de los panelistas para realizar la cata, determinar la agudeza sensorial y evaluar el potencial de los candidatos.

Para seleccionar a los jueces se determinó el comportamiento de los candidatos en las entrevistas y su potencial (ISO 8586:2012).

Se aplicaron 2 test para la selección de panelistas: un test triangular como se muestra en la Tabla 3, para diferenciar la muestra diferente en cuanto a sabor; y un test para diferenciar la textura y consistencia entre 2 muestras, como se muestra en la Tabla 4. Estas pruebas fueron realizadas a las 11:00 am en un ambiente proporcionado por la Universidad Nacional de Trujillo, compuesto por mesas individuales para cada panelista. Los resultados de las pruebas permitieron elegir a 36 jueces para entrenarlos, considerando la norma ISO 8586:2012.

Ya que la evaluación mediante la prueba de triangular fue más compleja que en la prueba de textura, se seleccionaron los panelistas que realizaron correctamente la evaluación de la prueba triangular para el entrenamiento.



emplearse en las pruebas de análisis sensorial, como uniformidad visual, firmeza, elasticidad, resistencia al corte, sabor, acidez, dulzor y friabilidad, y desarrollar su actitud para detectar, reconocer y describir los estímulos sensoriales.

El entrenamiento se realizó mediante una sesión práctica de 30 minutos. A cada panelista se le entregó una bandeja con los siguientes materiales: un *marshmallow*, una gomita, una gelatina con 0.5% de colapez y una con 6% de colapez, un vaso con agua y aceite, y uno con jugo envasado, un trozo de queso fresco y uno de queso mantecoso.

Con los insumos que fueron entregados, los panelistas fueron capaces de reconocer sabores y olores, así como la intensidad de cada parámetro presente en las muestras (Tabla 5). Además, el entrenamiento ayudó a que conozcan los conceptos de clasificación con ayuda de una escala de cinco puntos, y a describir las características sensoriales (ISO 8586:2012).

Tabla 5

*Metodología empleada en el entrenamiento del panel sensorial.*

<b>Parámetro</b>	<b>Insumos</b>	<b>Definición</b>
<b>Uniformidad visual</b>	Vaso con agua y aceite, y vaso con jugo envasado	En cuanto al puntaje de valoración, se asigna 1 al vaso con agua y aceite, por ser menos uniforme, y 5 al jugo envasado.
<b>Firmeza</b>	Gomita y <i>marshmallow</i>	Durante la masticación, se requiere más fuerza para triturar una gomita que un <i>marshmallow</i> , es por ello que se le asigna 5 puntos al primero, mientras que, al segundo, 1.
<b>Elasticidad</b>	Un vaso de gelatina con colapez al 0.5%, y uno con 6%.	Al vaso de gelatina con colapez al 0.5% se le asigna 1 punto en elasticidad, ya que se mide la capacidad del gel de regresar a su posición inicial, mientras que al

---

		de 6% se le asigna 5 puntos, pues regresa rápidamente a su forma inicial.
<b>Resistencia al corte</b>	Un vaso de gelatina con colapez al 0.5%, y uno con 6%.	Al vaso de gelatina con colapez al 0.5% se le asigna 1 punto en resistencia a corte, ya se requiere de menos fuerza para que la cuchara rompa la estructura del gel, mientras que al vaso de gelatina con 6% de colapez se le asigna 5 puntos, pues este es más resistente al corte con la cuchara.
<b>Friabilidad</b>	Un trozo de queso fresco, y uno de queso mantecoso	Ya que la friabilidad involucra la facilidad para que un alimento se desmenuce en la boca, se le asigna 5 puntos al queso mantecoso. El queso fresco es menos friable, es por ello que se le asigna 1 punto.

---

No se emplearon insumos para el entrenamiento de los panelistas en los parámetros de sabor, acidez, y dulzor. Las muestras con mayor sabor a maracuyá, las más ácidas, y más dulces, fueron calificadas con 5 puntos.

#### **D. Análisis sensorial con panel entrenado**

El análisis sensorial se realizó con el panel de jueces entrenados compuesto por 36 personas, entre estudiantes, personal administrativo y docentes universitarios con edades entre 18-65 años.

A los jueces entrenados se les presentaron 3 muestras de gelatinas en recipientes de plástico transparente. La distribución de las muestras y la codificación de los vasos se

realizaron al azar. Las evaluaciones sensoriales se realizaron en un ambiente apropiado para este propósito.

Los jueces llenaron sus datos en la ficha de respuesta como se presenta en la Tabla 6, y luego retiraron la cubierta de los vasos para evaluar las muestras.

Para la evaluación sensorial se utilizó una prueba de aceptabilidad con escala hedónica de cinco puntos por parámetro, calificando desde 1 “muy bajo” a 5 “muy alto” (Guinard, 2001), como se presenta en la Figura 5. Esta escala es adaptable dependiendo del parámetro a evaluar. El parámetro global es una evaluación del grado de aceptación de cada muestra en su totalidad, donde 1 implica “me disgusta” y 5 “me gusta mucho”, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 6

*Formato de prueba de aceptabilidad en panel entrenado.*

Prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 puntos					
NOMBRE:				EDAD:	
De acuerdo a la escala hedónica, califique los siguientes parámetros.				FECHA:	
Escala hedónica		PARÁMETROS	MUESTRAS		
Categoría	Número		G3	G10	611
Muy bajo	1	1. Uniformidad visual			
Bajo	2	2. Resistencia al corte			
Normal	3	3. Firmeza			
Alto	4	4. Elasticidad			
Muy alto	5	5. Friabilidad			
		6. Sabor			
		7. Acidez			
		8. Dulzor			
		9. Global			

Tabla 7

*Escala hedónica de 5 puntos para evaluación sensorial de alimentos – parámetro “Global”.*

Categoría	Número
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

Fuente: Quitral, Pinheiro, Carrera, Gallo, Moyano, Salinas, y Jiménez (2015).

#### **2.3.6.4. Prueba de “me gusta no me gusta” – Encuesta de aceptabilidad a público en general**

Para esta prueba se eligieron 385 jueces no entrenados de diferentes zonas de la ciudad de Trujillo con edades comprendidas entre 15-65 años aproximadamente. La cantidad de panelistas fue determinada mediante la fórmula para cálculo de muestra de población infinita (Aguilar, 2005).

Los jueces degustaron las muestras sin necesidad de ser reclutados en un ambiente. A cada uno se le presentó una sola muestra de gelatina (seleccionada previamente con base en los mejores resultados en laboratorio y por panelistas entrenados). La codificación de las muestras fue aleatoria y previa a la encuesta. Cada juez llenó una ficha sencilla de evaluación como se muestra en la Tabla 8.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

Z = 1.96 (trabajando con una seguridad de 95%)

p = 50% (porcentaje de la población que tiene el atributo deseado, tomar 50% si se desconoce)

q = 1-p (50%)

e = error de estimación máximo aceptado (5% si se trabaja con 95% de seguridad)

Tabla 8

*Formato de prueba de aceptabilidad: jueces no entrenados.*

Edad _____	Muestra _____
<b>Pruebe por favor la muestra e indique si le agradó o no el producto. Explique el porqué</b>	
<input type="button" value="Me gusta"/>	<input type="button" value="No me gusta"/>
¿Por qué? _____	

Finalmente, los datos recolectados fueron procesados en Microsoft Excel.

## 2.4. Análisis estadístico

### 2.4.1. Perfil de textura

El Software Statistica 7 fue utilizado para evaluar los datos obtenidos a partir de las diferentes mezclas (Tabla 9). Se realizó un proceso de modelación matemática, para lo cual se realizó el análisis de varianza (ANOVA) validando el modelo propuesto con su respectivo  $R^2$  y valor  $p$ , trabajando a un nivel de significancia del 5% (se eligió el modelo con el mayor  $R^2$  y  $p < 0.05$ ), para luego, con base en un análisis de superficie de respuesta, determinar la mejor mezcla de ingredientes.

El modelo que mejor se ajustó a cada variable se tomó con base en la Tabla 10, donde  $Y$  es la variable respuesta (propiedad mecánica), los coeficientes  $\beta$  son los parámetros estimados para cada término lineal y cruzado del modelo;  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  son las concentraciones de cada componente (1: quinua, 2: chía y 3: colapez). Los valores positivos de los componentes binarios y ternarios ( $\beta_{ij}$  y  $\beta_{ijk}$ ) indican un efecto sinérgico mientras que los negativos indican antagonismo.



Tabla 9

*Propiedades mecánicas obtenidas en las formulaciones a base de chía, quinua y colapez.*

Mezcla	Componentes			Prueba de penetración		Prueba de compresión		
	% Chía	% Quinua	% Colapez	Fuerza ruptura (gf)	Elasticidad (mm)	Firmeza (gf)	Dureza (gf)	Cohesión (mm)
G1	5.75	0.25	4.00					
G2	3.00	3.00	4.00					
G3	3.00	0.25	6.75					
G4	4.38	1.63	4.00					
G5	4.38	0.25	5.38					
G6	3.00	1.63	5.38					
G7	3.92	1.17	4.92					
G8	4.83	0.71	4.46					
G9	3.46	2.08	4.46					
G10	3.46	0.71	5.83					

Tabla 10

*Modelos, bondades de ajuste ( $R^2$ ) y valor  $p$ , obtenidos para las formulaciones óptimas.*

Variable respuesta (Y)	Posibles modelos para la mezcla de tres componentes	$p$	$R^2$
- Firmeza (gf)	Modelo lineal:	p<0.05	El mayor $R^2$
- Fuerza de ruptura (gf)	$Y=K+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3$		
	Modelo cuadrático: $Y=K+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_{12}X_1X_2+\beta_{23}X_2X_3$		
	Modelo cúbico especial: $Y=K+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_{12}X_1X_2+\beta_{23}X_2X_3+\beta_{123}X_1X_2X_3$		

#### 2.4.2. Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial realizado con los niños en edad escolar, con el panel entrenado y con el público en general mediante encuesta de aceptabilidad, fueron procesados con el software Statistica 7 (StatSoft Inc., 2004), y en Microsoft Excel 2013 con el programa estadístico MegaStat 2016. En el caso de las pruebas con niños y con panel entrenado, además se aplicó la Prueba de Friedman, para identificar diferencias significativas entre las gelatinas evaluadas.

### **2.4.3. Análisis fisicoquímicos**

Con los resultados obtenidos se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas, mediante la prueba DSH de Tukey (5% de significancia) utilizando el software Statistica 7 (StatSoft Inc., 2004).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Mezcla óptima de componentes que presentaron las mejores propiedades mecánicas

En la Tabla 11 se muestran los resultados correspondientes al análisis de textura realizado a las distintas formulaciones del diseño de mezclas.

Tabla 11

*Propiedades mecánicas de los geles a base de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C).*

Mezcla	Componentes			Nombre de la prueba				
	% CH	% Q	% C	Penetración			Compresión	
				Fuerza ruptura (gf)	Elasticidad (mm)	Firmeza (gf)	Dureza (gf)	Cohesión (mm)
G1	5.75	0.25	4.00	17.35	14.36	8.91	4050.36	0.13
G2	3.00	3.00	4.00	8.41	3.21	8.87	295.48	0.54
G3	3.00	0.25	6.75	22.24	16.37	135.05	4371.98	0.15
G4	4.38	1.63	4.00	10.06	4.49	7.83	432.97	0.41
G5	4.38	0.25	5.38	13.77	12.52	44.96	1930.32	0.16
G6	3.00	1.63	5.38	13.94	16.00	53.11	2275.66	0.17
G7	3.92	1.17	4.92	11.95	7.37	22.87	867.97	0.19
G8	4.83	0.71	4.46	12.24	9.77	17.29	706.22	0.22
G9	3.46	2.08	4.46	11.41	6.84	18.21	502.66	0.30
G10	3.46	0.71	5.83	15.30	17.02	70.49	2668.03	0.18

Con dichos resultados se determinaron los modelos matemáticos con mayor ajuste para cada propiedad, es decir, aquellos que presentan un coeficiente de determinación  $R^2$  más alto, un nivel de predicción aceptable  $p$  más bajo ( $p < 0.05$ ), y un error estándar S.E. más bajo.

A partir de los modelos matemáticos obtenidos (Tabla 12), se determinó mediante el análisis de superficie de respuesta la mejor mezcla de componentes para cada propiedad mecánica, tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 12

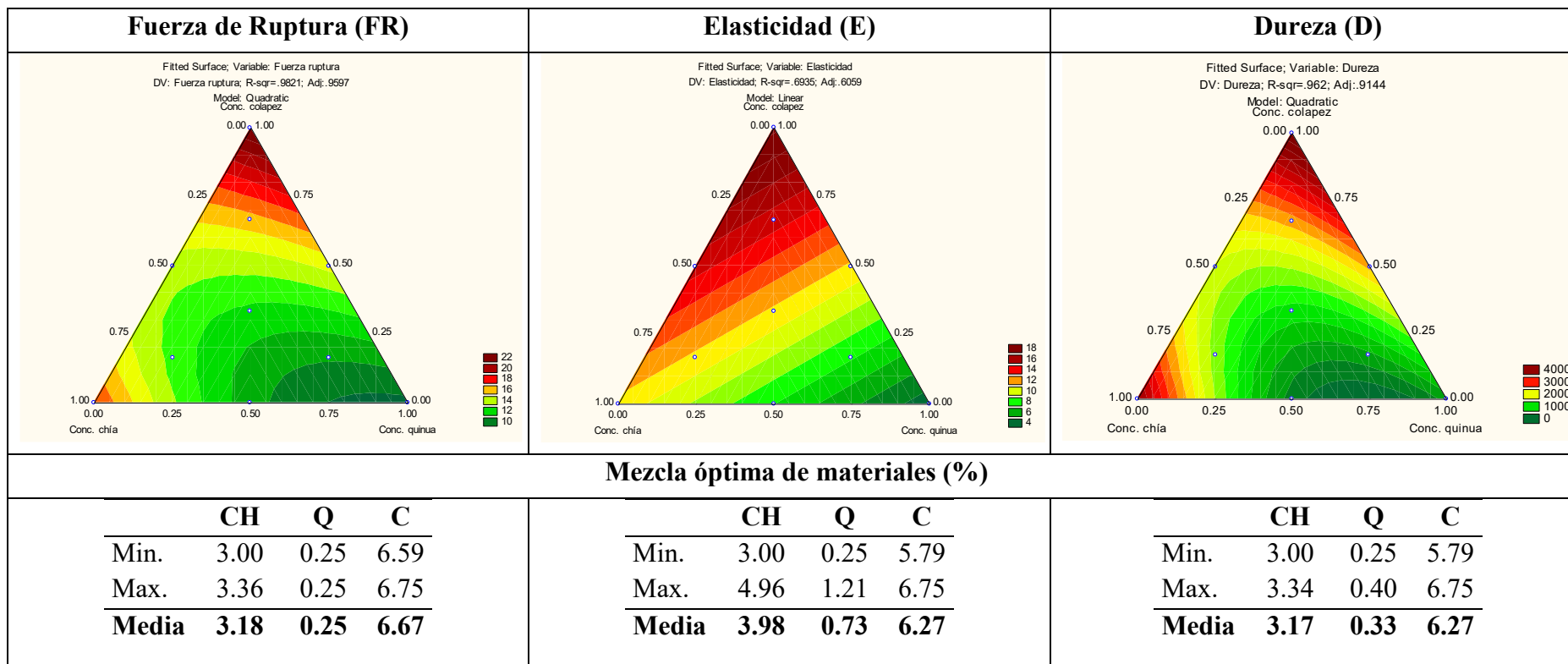
Modelos matemáticos, coeficientes de determinación ( $R^2$ ), error estándar (S.E.) y valor  $p$ , obtenidos para las formulaciones óptimas a base de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C).

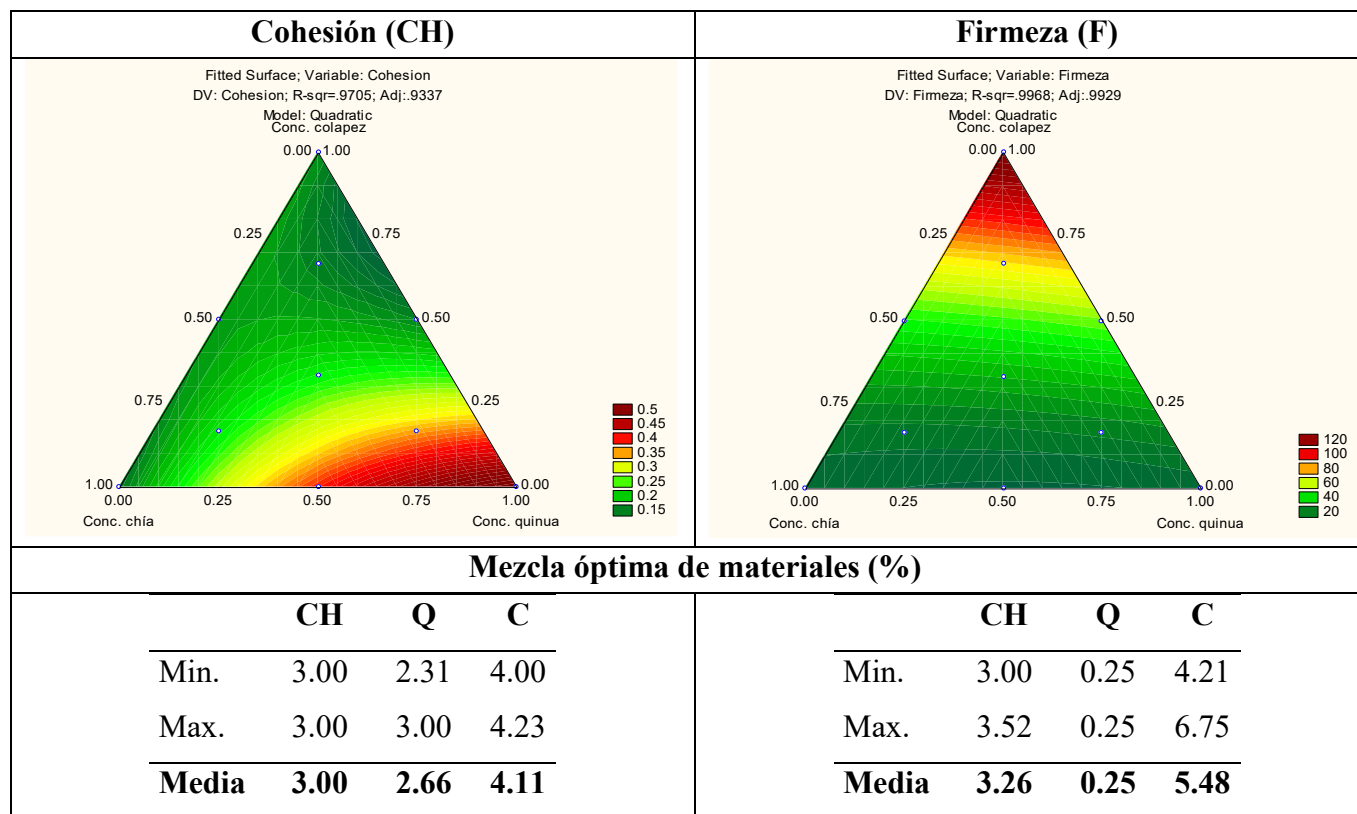
Variable respuesta (Y)	Posibles modelos para la mezcla de tres componentes	Criterio de selección
<b>Fuerza de Ruptura (FR)</b>	Modelo lineal: $Y=K+\beta_1(CH)+\beta_2Q+\beta_3C$	El mayor $R^2$
	Modelo cuadrático: $Y=K+\beta_1(CH)+\beta_2Q+\beta_3C+\beta_{12}(CH)C+\beta_{23}QC$	
<b>Elasticidad (E)</b>	Modelo cúbico especial: $Y=K+\beta_1(CH)+\beta_2Q+\beta_3C+\beta_{12}(CH)C+\beta_{23}QC+\beta_{123}(CH)QC$	El menor S.E.
<b>Dureza (D)</b>	Modelo cúbico: $Y=K+\beta_1(CH)+\beta_2Q+\beta_3C+\beta_{12}(CH)C+\beta_{23}QC+\beta_{123}(CH)QC+\delta_{12}(CH)Q(CH-Q)+\delta_{13}(CH)Q(CH-C)+\delta_{23}QC(Q-C)$	$p < 0.05$

Propiedad mecánica	Modelos matemáticos obtenidos	S.E.	$p$	$R^2$	$R^2_{ajust.}$
Fuerza de Ruptura (FR)	<b>Cuadrático:</b> $FR=10.06506*CH+8.51545*C-1.31279*CH*Q-3.14912*CH*C$	0.6294	0.0086	0.9821	0.9597
Elasticidad (E)	<b>Lineal:</b> $E=-2.60688*Q+2.79069*C$	10.4348	0.0159	0.6935	0.6059
Dureza (D)	<b>Cuadrático:</b> $D=4125.67791*CH+2924.88381*C-1032.07346*CH*Q-1295.99528*CH*C$	195467	0.0147	0.9620	0.9144
Cohesión (CH)	<b>Cuadrático:</b> $CH=0.47843605*Q-0.1035412*Q*C$	0.0012	0.0278	0.9705	0.9337
Firmeza (F)	<b>Cuadrático:</b> $F=24.6479*CH+57.3003*C-15.2494*CH*C-11.0567*Q*C$	11.4090	0.0034	0.9968	0.9929

Tabla 13

*Superficies de respuesta para las propiedades mecánicas de los geles y mezclas óptimas a partir de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C).*





Se estableció como región elegible aquella superior al 80% del valor máximo obtenido para cada propiedad mecánica (Tabla 11), con base en la cual se estimaron los valores máximos y mínimos alcanzables por cada propiedad en dicha región, así como el valor medio. Con base en dicha media se obtuvo la concentración óptima de cada insumo, considerada para establecer la mezcla óptima: G11 (Tabla 14).

Tabla 14

*Concentraciones óptimas de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C) determinadas a partir del análisis de texturometría*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje óptimo determinado (%)</b>
<b>Chía</b>	3.31
<b>Quinua</b>	0.84
<b>Colapez</b>	5.76

De este modo, además de la muestra G11, se determinó que las siguientes mezclas (Tabla 15) serían analizadas sensorialmente, cuyos valores de propiedades mecánicas dieron los mejores resultados.

Tabla 15

*Mezclas elegidas para análisis sensorial.*

<b>Mezcla</b>	<b>Chía</b>	<b>Quinua</b>	<b>Colapez</b>
<b>G3</b>	3.00	0.25	6.75
<b>G10</b>	3.46	0.71	5.83

### **3.2. Determinación de sinéresis**

Se determinó la sinéresis después de 4 y 18 días de elaboración de los geles, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 16 (promedio de análisis por triplicado). Asimismo, se determinaron los componentes que influyen en la sinéresis y cómo esta evoluciona en el tiempo (Figura 31 y 32).

Tabla 16

*Determinación de porcentaje de sinéresis (%)*, realizado a los 4 y 18 días.

Mezcla	4 días	18 días
<b>G1</b>	91.53 ± 0.49	92.61 ± 2.44
<b>G2</b>	91.07 ± 0.85	93.14 ± 1.64
<b>G3</b>	89.70 ± 0.52	89.54 ± 0.94
<b>G4</b>	93.00 ± 0.10	94.86 ± 1.34
<b>G5</b>	92.13 ± 0.80	90.38 ± 1.38
<b>G6</b>	91.83 ± 0.25	94.62 ± 1.57
<b>G7</b>	94.83 ± 0.70	93.12 ± 1.45
<b>G8</b>	95.50 ± 0.72	94.26 ± 2.91
<b>G9</b>	96.50 ± 0.52	92.35 ± 5.17
<b>G10</b>	91.23 ± 1.70	97.08 ± 1.16

Observando diferencias significativas (Test DSH de Tukey) entre las muestras, como se muestra en la Figura 4.

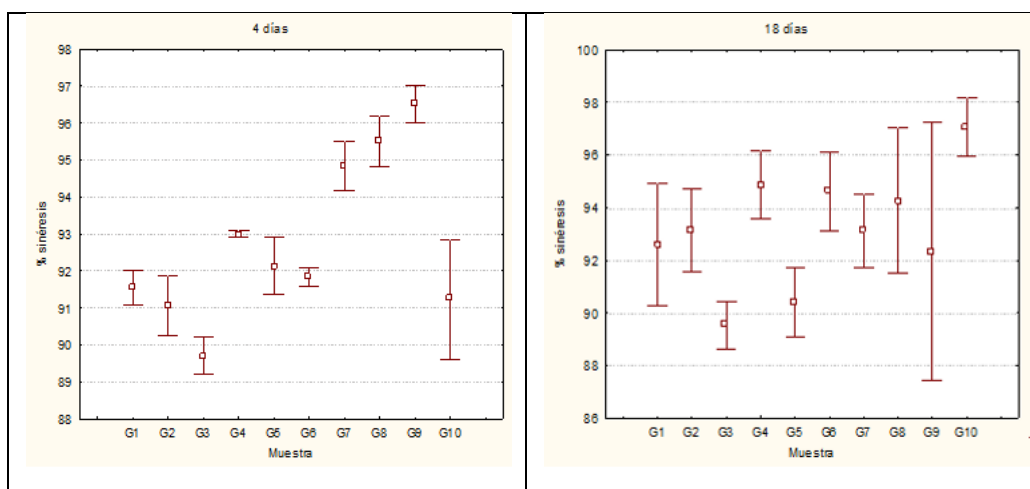


Figura 4. Prueba de sinéresis en los geles a base de chía (CH), quinua (Q) y colapez (C) a los 4 y 18 días de elaborados los geles.



### 3.3. Análisis sensorial

#### 3.3.1. Análisis sensorial con un panel de niños de 4 a 6 años

Los datos de análisis sensorial con niños de 4 a 6 años del jardín público se muestran en la Tabla 17, con sus respectivos porcentajes por edad.

Tabla 17

*Frecuencia de edades de niños entre los 4 y 6 años del jardín público.*

<i>Edad</i>	<i>frecuencia</i>	<i>%</i>
4	6	42.9%
5	2	14.3%
6	6	42.9%
Total	14	100.0

En esta prueba se determinó, como se detalla en la Figura 5, la cantidad de niños según la edad (mostrada en el eje x) que mostraron aceptación durante la cata de los geles (puntuación 5 en escala valorativa), con las puntuaciones detalladas en la Figura 3. Como se aprecia, en los niños de 4 años, 6 mostraron aceptación por la muestra G3, 6 niños por la muestra G10, y 5 niños por la muestra G11.

Asimismo, en la Tabla 18 se detalla la cantidad de menores que mostraron aceptación (puntuación 5) a las muestras, y la cantidad que se mostró indiferente al momento del consumo de los geles (puntuación 3). Ningún menor mostró rechazo (1 punto) en el jardín público al consumo de los geles.

Tabla 18

*Número de niños de 4 a 6 años del jardín público que valoraron los geles G3, G10 y G11.*

<b>Edad</b>	<b>Puntuación 5</b>			<b>Puntuación 3</b>		
	<b>G3</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G3</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>
<b>4</b>	6	6	5	0	0	1
<b>5</b>	1	2	2	1	0	0
<b>6</b>	5	4	6	0	2	0

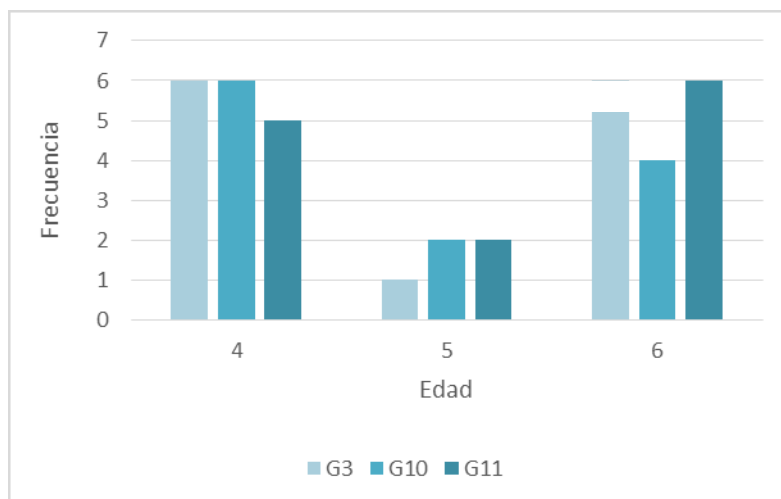


Figura 5. Frecuencia de niños entre 4 y 6 años del jardín público (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11.

Por otro lado, en el caso del jardín privado fueron 18 niños evaluados, con edades distribuidas como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19

*Frecuencia de edades de niños entre los 4 y 6 años del jardín privado.*

<i>Edad</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
4	6	33.3
5	4	22.2
6	8	44.4
Total panelistas	18	100.0

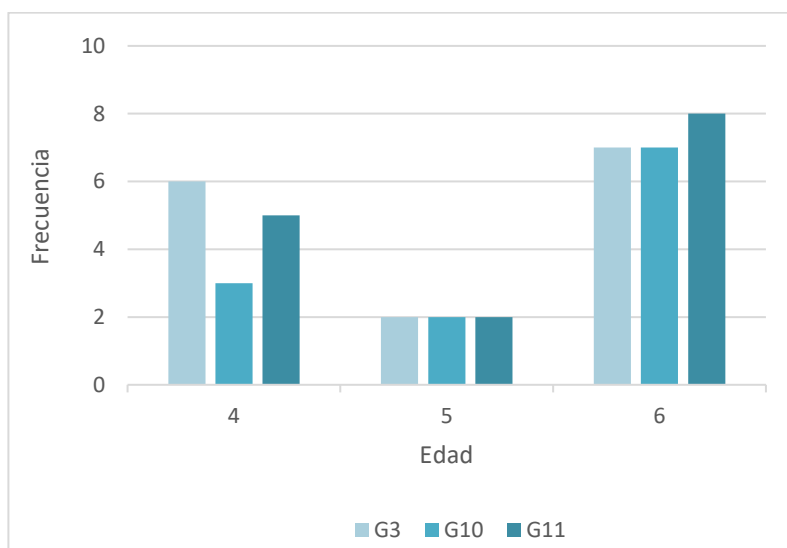
En la Tabla 20 se detalla la cantidad de menores que mostraron aceptación al consumo de las muestras, pues las calificaron con puntuación 5, lo cual implica, según la Figura 3, satisfacción al momento del consumo. Asimismo, se muestra la cantidad que se mostró indiferente al momento del consumo de los geles (puntuación 3). Ningún menor mostró rechazo (1 punto) en el jardín privado al consumir los geles. Como se observa, en los niños de 4 años, 6 evaluaron con puntaje 5 a la muestra G3, 3 niños a la G10, y 5 niños a la G11.

Tabla 20

*Número de niños de 4 a 6 años del jardín privado que valoraron los geles G3, G10 y G11.*

Edad	Puntuación 5			Puntuación 3		
	G3	G10	G11	G3	G10	G11
4	6	3	5	0	3	1
5	2	2	2	2	2	2
6	7	7	8	1	1	0

En la Figura 6 se detalla la cantidad de niños según la edad (mostrada en el eje x) que mostraron aceptación durante la cata de los geles (puntuación 5 en escala valorativa), en base a las puntuaciones detalladas en la Figura 3.



*Figura 6.* Frecuencia de niños entre 4 y 6 años del jardín privado (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11.

No se obtuvieron diferencias significativas entre la aceptación de las muestras, tanto en la escuela pública como en la privada, como se detalla en la Tabla 21.

Tabla 21

*Puntuación de aceptación de las muestras asignada por los niños de 4 a 6 años en una escala hedónica facial mixta de 3 puntos.*

Gel	Jardín público			Jardín privado		
	G3	G10	G11	G3	G10	G11
<b>Puntuación</b>	4.71±0.72 a	4.71±0.72 a	4.85±0.53 a	4.66±0.76 a	4.33±0.97 a	4.66±0.76 a

Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas (Prueba de Friedman).

### 3.3.2. Análisis sensorial con un panel de niños de 9 a 11 años

El procesamiento de los datos se realizó de la misma manera que en el apartado

3.3.1 (panel de niños de 4 a 6 años).

Tabla 22

*Frecuencia de edades de niños entre los 9 y 11 años de la escuela pública.*

Edad	Frecuencia	%
9	10	40.0
10	13	52.0
11	2	8.0
Total panelistas	25	100.0

Tabla 23

*Número de niños de 9 a 11 años de la escuela pública que valoraron los geles G3, G10 y G11.*

Edad	Puntuación 5			Puntuación 3		
	G3	G10	G11	G3	G10	G11
<b>9</b>	10	9	9	0	1	1
<b>10</b>	13	11	12	0	2	1
<b>11</b>	2	2	2	0	0	0

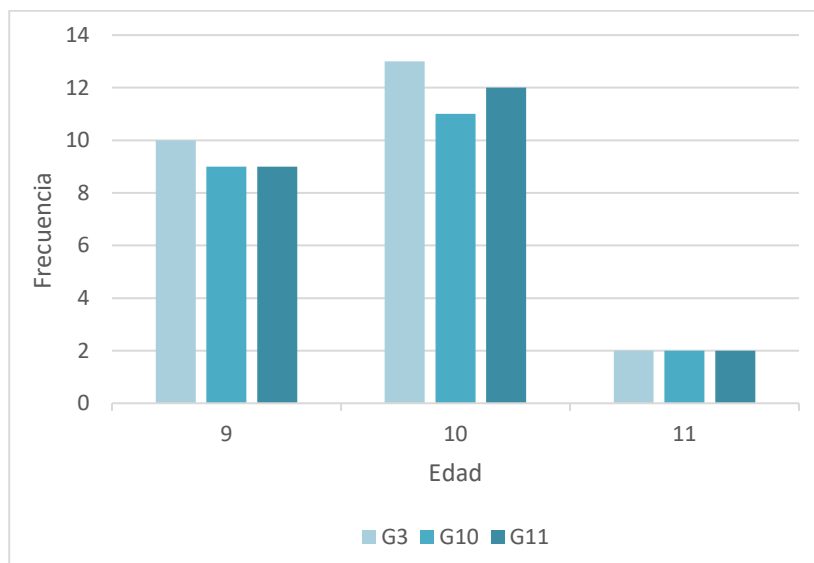


Figura 7. Frecuencia de niños entre 9 y 11 años de la escuela pública (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11.

Tabla 24

*Frecuencia de edades de niños entre los 9 y 11 años de la escuela privada.*

<i>Edad</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
9	9	37.5
10	10	41.7
11	5	20.8
	24	100.0

Tabla 25

*Número de niños de 9 a 11 años de la escuela privada que valoraron los geles G3, G10 y G11.*

<b>Edad</b>	<b>Puntuación 5</b>			<b>Puntuación 3</b>			<b>Puntuación 1</b>		
	<b>G3</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G3</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G3</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>
<b>9</b>	8	4	7	1	5	1	0	0	1
<b>10</b>	10	7	9	0	3	1	0	0	0
<b>11</b>	5	4	2	0	1	2	0	0	1

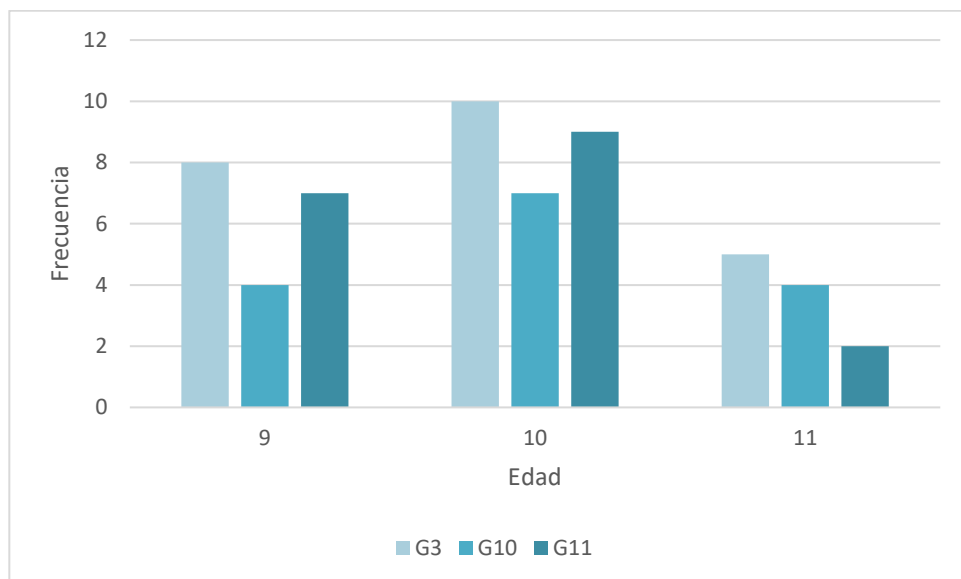


Figura 8. Frecuencia de niños entre 9 y 11 años de la escuela privada (eje x) que calificaron con 5 puntos las muestras G3, G10 y G11.

Tabla 26

*Puntuación de aceptación de las muestras asignada por los niños de 9 a 11 años en una escala hedónica facial mixta de 3 puntos.*

Gel	Escuela pública			Escuela privada		
	G3	G10	G11	G3	G10	G11
<b>Puntuación</b>	5.00±0.00 a	4.76±0.66 a	4.84±0.55 a	4.91±0.40 a	4.25±0.98 b	4.33±1.27 ab

Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas (Prueba de Friedman).

### **Análisis de residuos de los geles evaluados por los escolares de 9 a 11 años**

Por otro lado, se realizó un análisis de los residuos según lo mencionado en el apartado 2.3.6.2. Los resultados se detallan en la Tabla 27.

Tabla 27

*Porcentaje de residuos de los geles generados por los escolares de 9 a 11 años.*

	Escuela pública	Escuela privada
<b>G3</b>	0.87%	2.99%
<b>G10</b>	1.30%	3.49%
<b>G11</b>	1.34%	6.65%

### 3.3.3. Análisis sensorial con panel entrenado

En la Tabla 28 se muestra la frecuencia de edades de los 36 panelistas entrenados, de los cuales 17 corresponden el género femenino y 19 al masculino. Como se observa, el 75% de los panelistas tienen una edad entre 20 a 25 años.

Dentro del género femenino, el 82% comprenden edades entre 20 a 25 años, el 12% entre 50 a 55 años, y el 6% entre 25 a 30 años. Del mismo modo, dentro del género masculino, el 79% comprenden edades entre 20 a 25 años, el 11% entre 25 a 30 años, y el 5% entre 40 a 45 años, y el 5% entre 50 a 55 años.

Tabla 28

*Frecuencia de edades de panelistas entrenados.*

Edad		frecuencia	%
menor	mayor		
20	< 25	27	75.0
25	< 30	4	11.1
30	< 35	1	2.8
35	< 40	0	0.0
40	< 45	1	2.8
45	< 50	0	0.0
50	< 55	3	8.3
		36	100.0

Todos los panelistas analizaron los geles G3, G10 y G11, puntuando con una escala del 1 al 5 la intensidad de cada parámetro. En dicha escala, 5 implica que la presencia del parámetro en la muestra es elevada, y 1 que no es perceptible. Los resultados de este análisis pueden observarse en la Tabla 29.

Asimismo, en la Figura 9 se observa similar uniformidad visual en las muestras G3 y G11, mientras que la muestra G3 presentó mayor resistencia al corte, elasticidad y firmeza. Sin embargo, presentó menor friabilidad, acidez y dulzor. Todo lo opuesto sucede con la muestra G10, que presentó menor resistencia al corte, elasticidad y firmeza, pero mayor friabilidad, acidez y dulzor.

Tabla 29

*Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 asignada por el panel entrenado.*

Mezcla	Estadísticos descriptivos								
	Uniformidad visual	Resistencia al corte	Elasticidad	Firmeza	Friabilidad	Sabor	Acidez	Dulzor	Global
<b>G3</b>	3.42 ± 1.15	4.44 ± 0.69	4.00 ± 1.33	3.92 ± 0.90	2.36 ± 1.31	3.44 ± 1.02	3.00 ± 1.24	3.03 ± 1.13	3.67 ± 1.21
<b>G10</b>	3.72 ± 1.18	3.11 ± 1.00	3.53 ± 1.20	2.94 ± 1.04	3.19 ± 0.98	4.08 ± 0.99	3.36 ± 1.17	3.64 ± 1.04	3.61 ± 0.87
<b>G11</b>	3.42 ± 1.16	3.72 ± 0.81	3.83 ± 1.18	3.50 ± 1.08	2.64 ± 1.13	3.44 ± 1.08	3.36 ± 1.10	3.11 ± 1.01	3.47 ± 1.18
Prueba de Friedman	Rangos promedios								
<b>G3</b>	1.89a	2.53a	2.06a	2.36a	1.76a	1.65b	1.79a	1.69b	2.04a
<b>G10</b>	2.18a	1.49c	1.82a	1.61b	2.28a	2.49a	2.06a	2.42a	2.00a
<b>G11</b>	1.93a	1.99b	2.13a	2.03b	1.96a	1.86b	2.15a	1.89b	1.96a
<i>(p&lt;0.05)</i>	<i>0.39</i>	<i>0.00</i>	<i>0.37</i>	<i>0.00</i>	<i>0.07</i>	<i>0.00</i>	<i>0.27</i>	<i>0.00</i>	<i>0.94</i>

Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas.

Los datos mostrados en la Tabla 29 se representan gráficamente en la Figura 9.



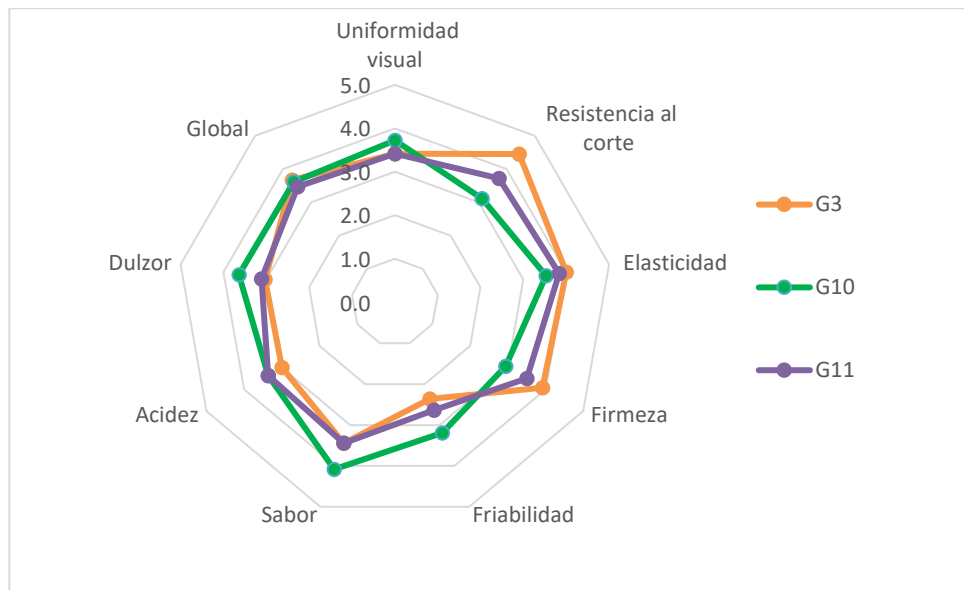


Figura 9. Evaluación de parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 por el panel entrenado.

Los resultados de la evaluación por parámetro, género y muestra se detallan en el apartado 3.3.3.1 (género femenino) y 3.3.3.2 (género masculino).

### 3.3.3.1. Género femenino

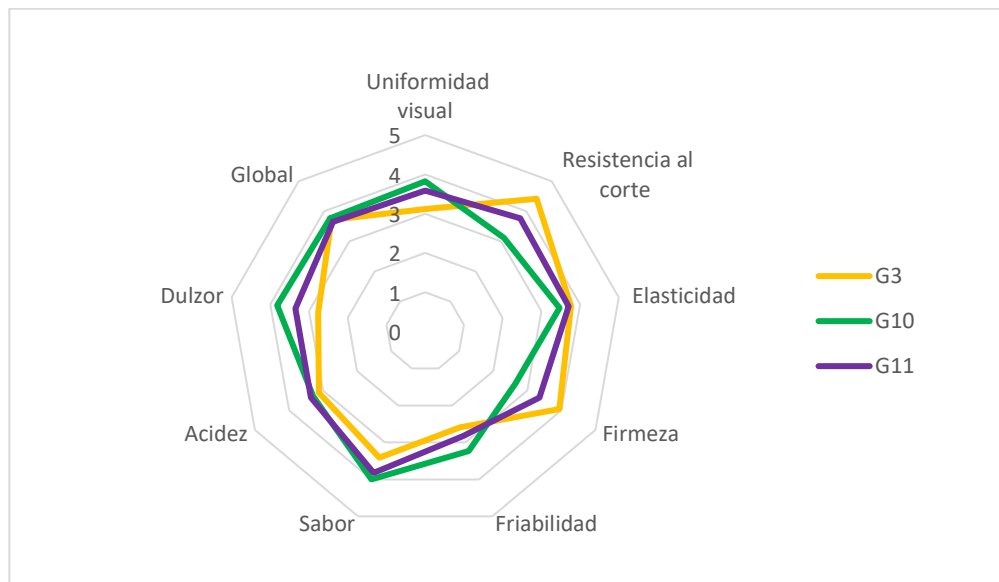


Figura 10. Evaluación de parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 por el panel entrenado: género femenino.

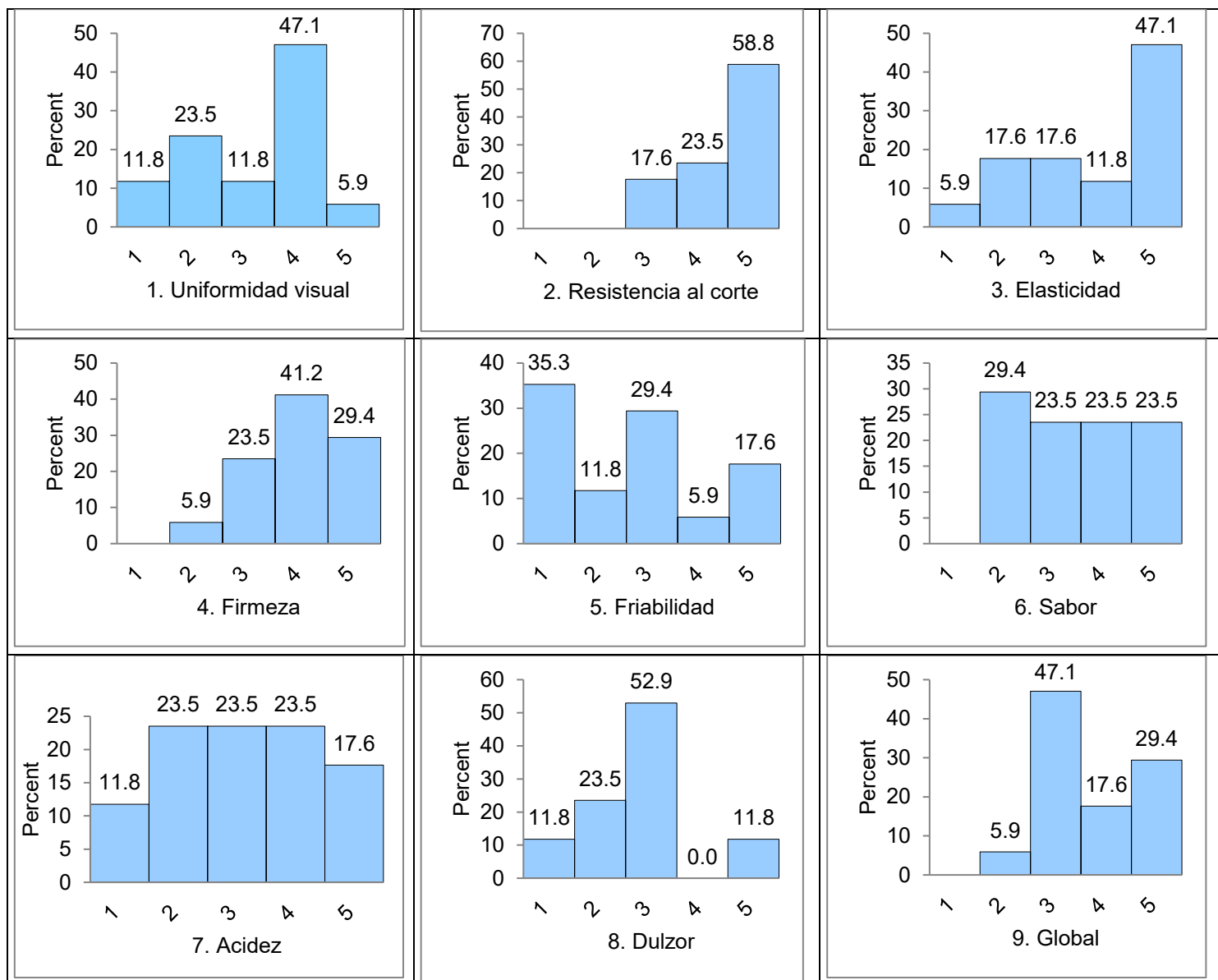


Figura 11. Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G3 por parte del panel entrenado: género femenino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra.

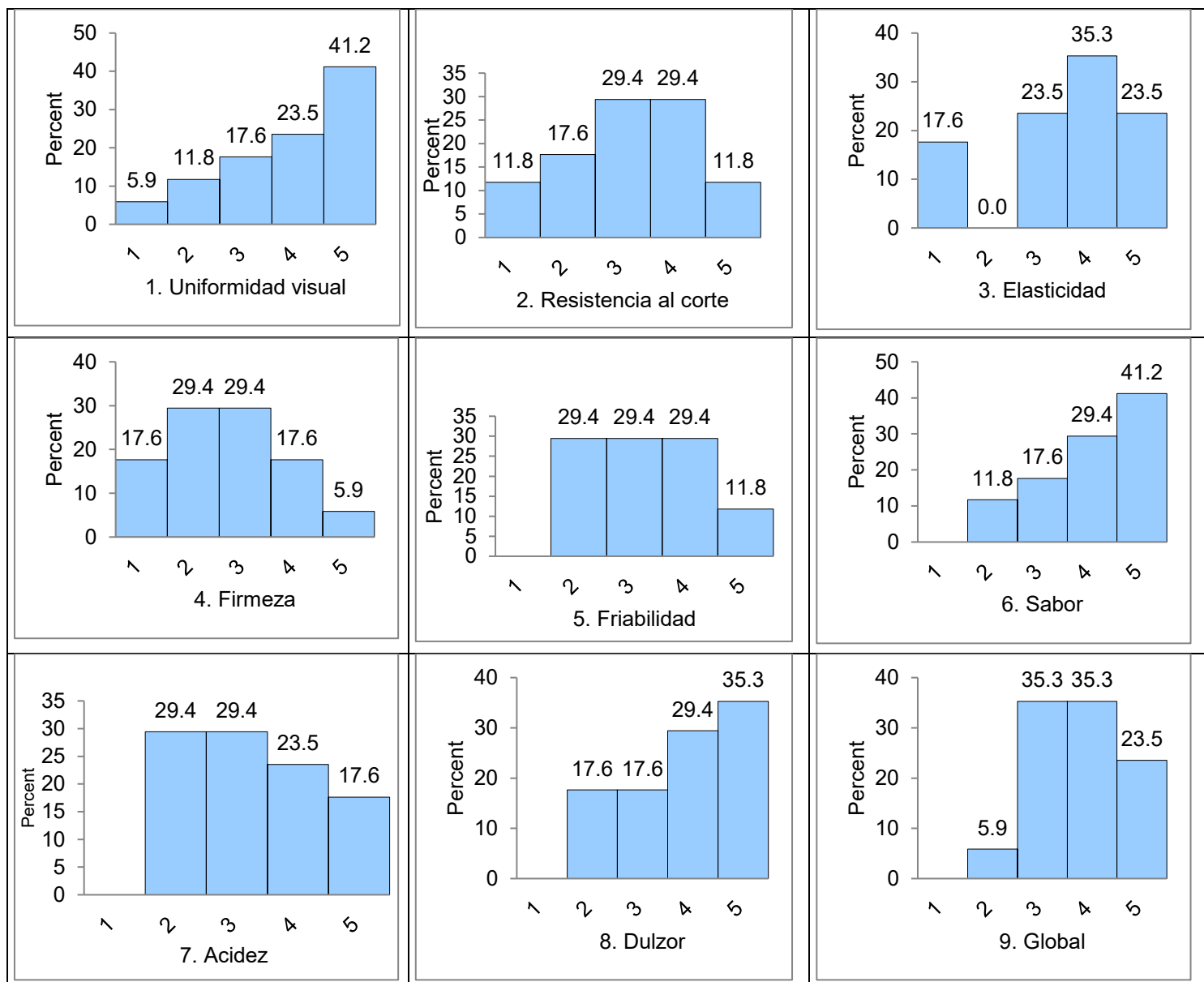


Figura 12. Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G10 por parte del panel entrenado: género femenino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra.

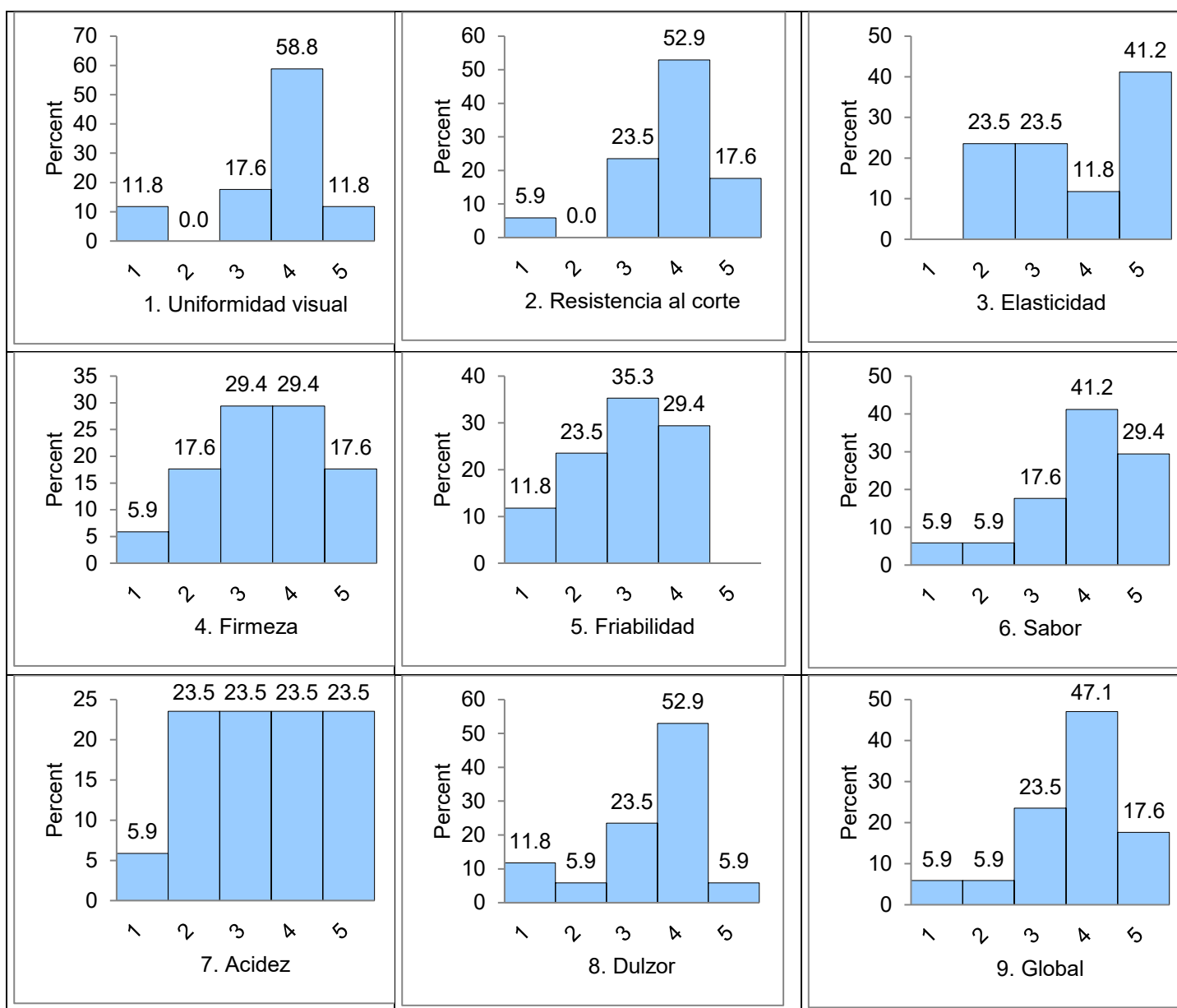


Figura 13. Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G11 por parte del panel entrenado: género femenino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra.

**3.3.3.2. Género masculino**



Figura 14. Evaluación de parámetros sensoriales en los geles G3, G10 y G11 por el panel entrenado: género masculino.

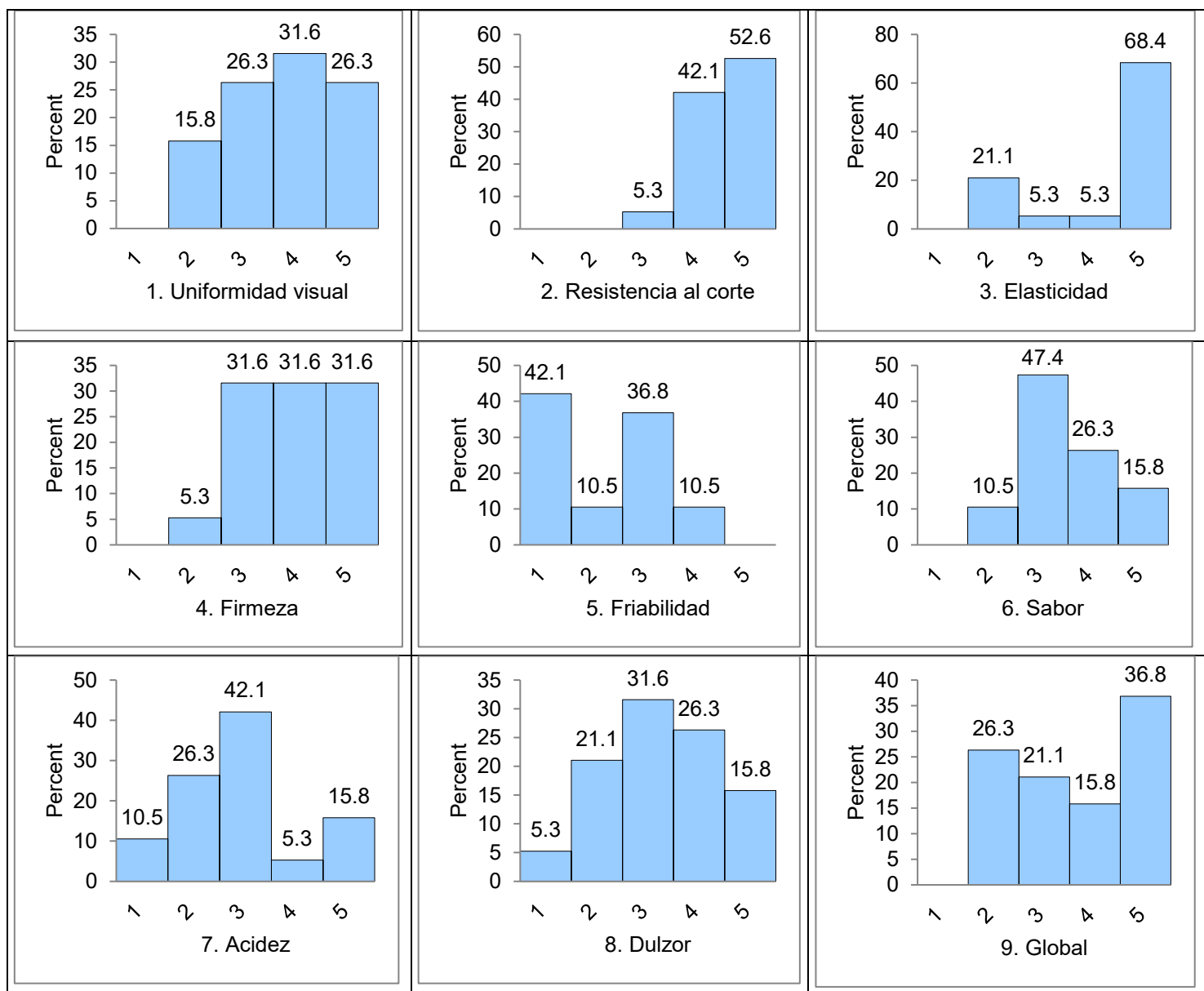


Figura 15. Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G3 por parte del panel entrenado: género masculino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra.

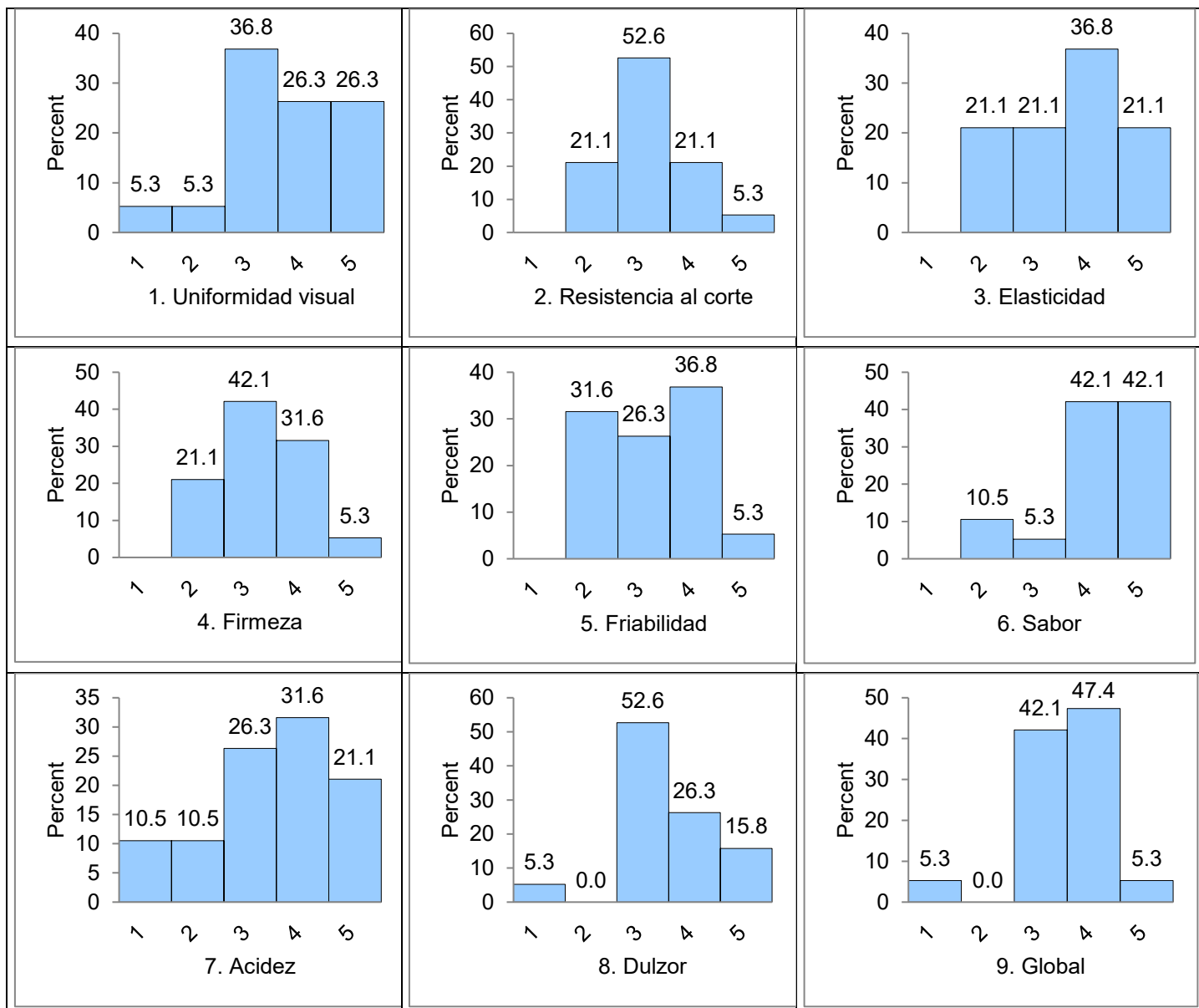


Figura 16. Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G10 por parte del panel entrenado: género masculino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra.

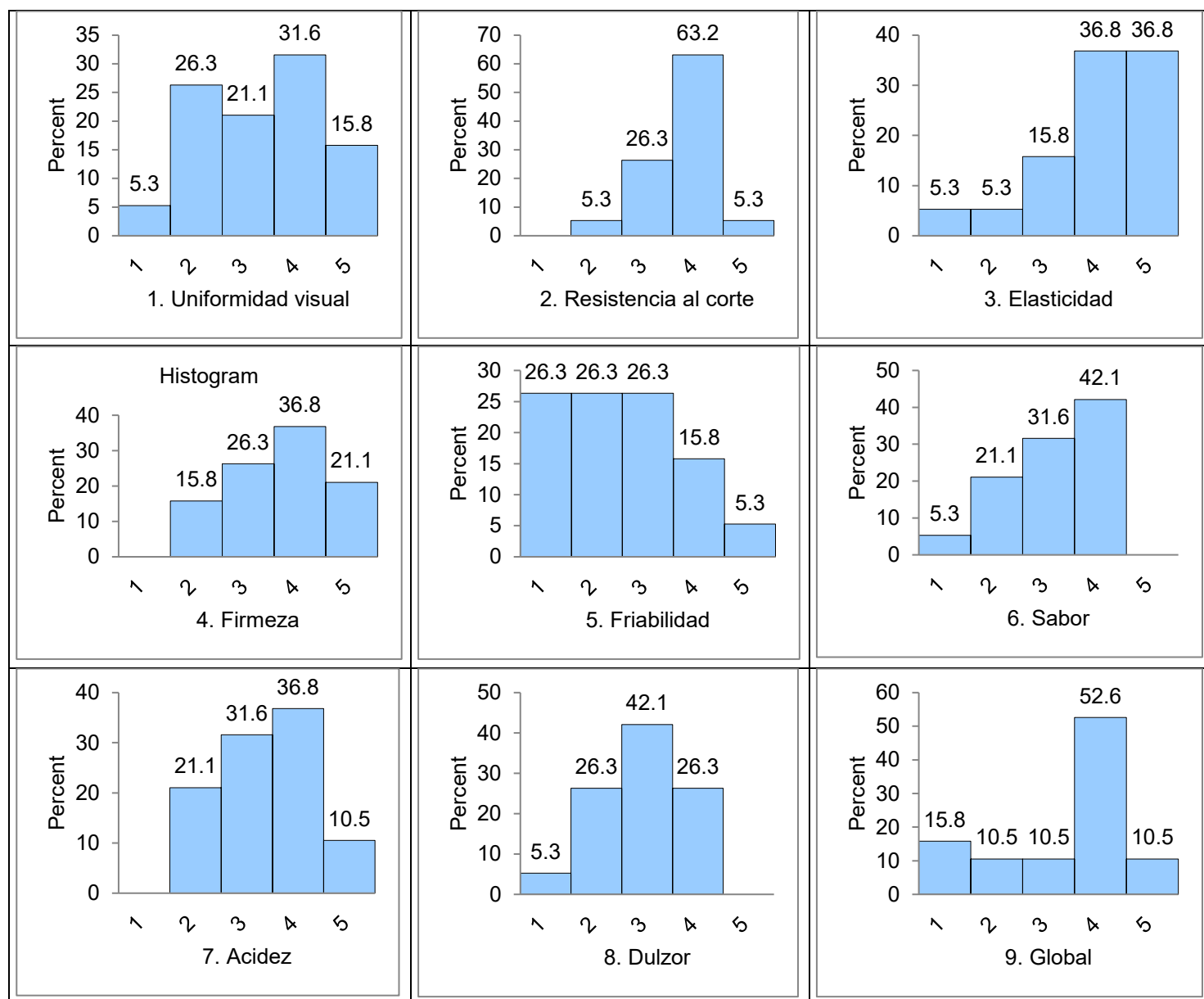


Figura 17. Puntuación promedio de los parámetros sensoriales en la muestra G11 por parte del panel entrenado: género masculino, en una escala valorativa del 1 al 5, donde 1 implica que el parámetro no es percibido, y 5 que es ampliamente percibido en la muestra.



Finalmente, se eligió la muestra G3 para el análisis sensorial mediante encuesta de aceptabilidad a público en general, pues fue la que presentó los valores más altos de los parámetros de perfil de textura (Tabla 11) y más bajos de sinéresis (Tabla 16), además de altas puntuaciones en los parámetros de aceptabilidad sensorial, tanto en el panel entrenado (Tabla 29: 3.67 puntos de aceptabilidad global) como en el panel con menores (Tabla 27: 0.87% de rechazo en los panelistas de la escuela pública y 2.99% de rechazo en los panelistas de la escuela privada).

### 3.3.4. Encuesta de aceptabilidad sensorial a público en general

Se eligieron 385 panelistas de la ciudad de Trujillo con edades comprendidas entre los 15 a 67 años. La frecuencia de las edades de los panelistas se muestra en la Tabla 30. De los panelistas, 179 fueron del género femenino, y 206 del masculino (Tabla 31).

Por otro lado, en la Tabla 31 se detalla la cantidad de panelistas a los que no les agradó la muestra G3, y a los que sí, siendo 97.92% el porcentaje de aceptación del gel. Asimismo, de los 374 panelistas a los que les agradó la muestra, 174 fueron del género femenino, y 203 del masculino. También se puede observar que el porcentaje de rechazo hacia la muestra fue mayor por parte del género femenino (2.79%) que del masculino (1.46%).

Tabla 30

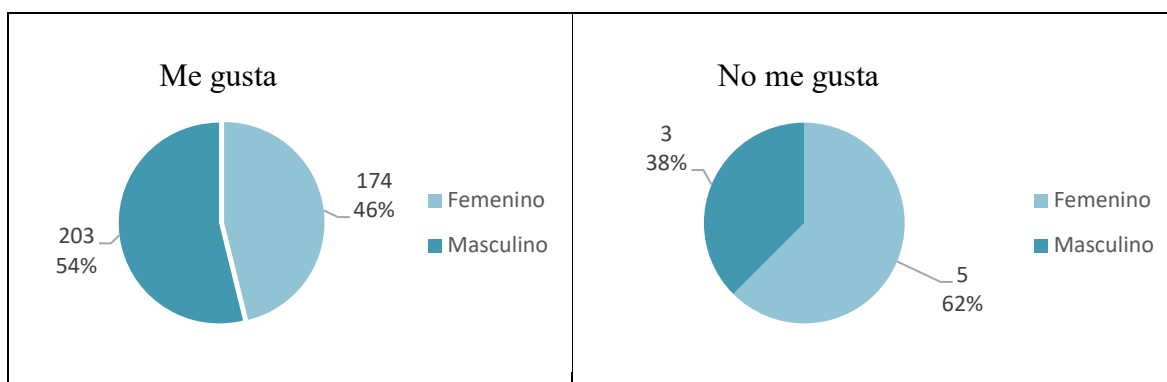
*Frecuencia de edades de panelistas no entrenados.*

<i>Edad</i>		<i>frecuencia</i>	<i>%</i>
<i>lower</i>	<i>upper</i>		
15	< 20	55	14.3
20	< 25	114	29.6
25	< 30	43	11.2
30	< 35	48	12.5
35	< 40	30	7.8
40	< 45	23	6.0
45	< 50	20	5.2
50	< 55	18	4.7
55	< 60	22	5.7
60	< 65	11	2.9
65	< 70	1	0.3
		385	100.0

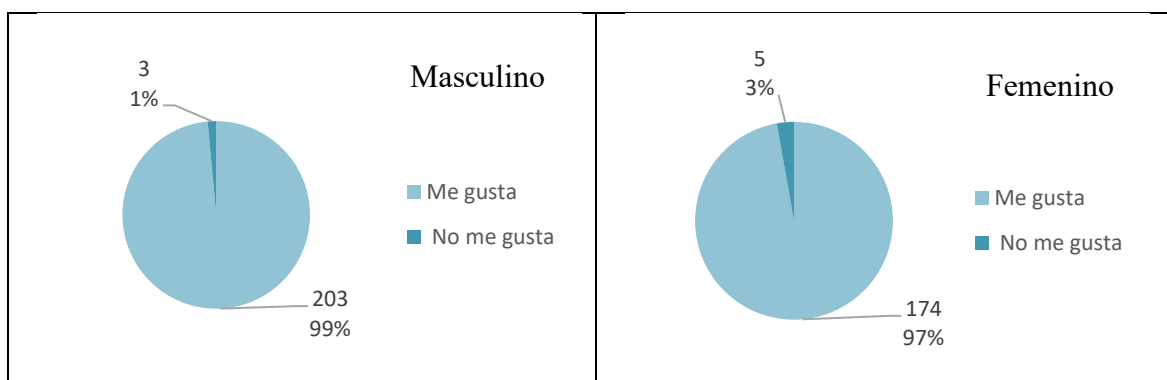
Tabla 31

*Preferencia de consumo de la mezcla G3 en función del género.*

	Me gusta		No me gusta		Total	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
<b>General</b>	377	97.92%	8	2.08%	385	100.00%
<b>Femenino</b>	174	97.21%	5	2.79%	179	100.00%
<b>Masculino</b>	203	98.54%	3	1.46%	206	100.00%



*Figura 18. Evaluación de aceptabilidad sensorial del gel G3 por parte del público en general mediante encuesta de aceptabilidad - prueba “me gusta” “no me gusta”.*



*Figura 19. Evaluación de aceptabilidad sensorial del gel G3 por parte del público en general, por género (masculino y femenino) en prueba “me gusta” “no me gusta”.*

### 3.4. Análisis fisicoquímico de los geles G3, G10 y G11

#### 3.4.1. Determinación de humedad

Tabla 32

*Porcentaje (%) de humedad en los geles G3, G10 y G11.*

<b>Gel</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>G3</b>	99.75	93.50	94.47	<b>95.91 ± 3.36a</b>
<b>G10</b>	92.76	96.08	95.74	<b>94.86 ± 1.82ab</b>
<b>G11</b>	88.86	90.09	81.19	<b>86.71 ± 4.82b</b>

#### 3.4.2. Sólidos solubles

Tabla 33

*Sólidos solubles en los geles G3, G10 y G11.*

<b>Gel</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>G3</b>	10.80	10.00	10.40	<b>10.40 ± 0.40a</b>
<b>G10</b>	10.10	9.80	9.90	<b>9.93 ± 0.15a</b>
<b>G11</b>	9.20	8.60	8.20	<b>8.67 ± 0.50b</b>

#### 3.4.3. pH

Tabla 34

*Valores de pH en los geles G3, G10 y G11.*

<b>Gel</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>G3</b>	4.05	4.14	4.05	<b>4.08 ± 0.05a</b>
<b>G10</b>	4.00	3.98	3.96	<b>3.98 ± 0.02a</b>
<b>G11</b>	4.11	4.04	3.98	<b>4.04 ± 0.06a</b>

### 3.4.4. Acidez

Tabla 35

*Porcentaje (%) de acidez en los geles G3, G10 y G11.*

<b>Gel</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
<b>G3</b>	0.26	0.17	0.18	<b>0.20 ± 0.04a</b>
<b>G10</b>	0.19	0.20	0.19	<b>0.20 ± 0.00a</b>
<b>G11</b>	0.16	0.19	0.19	<b>0.18 ± 0.01a</b>

### 3.4.5. Cenizas

Tabla 36

*Porcentaje (%) de cenizas en los geles G3, G10 y G11.*

<b>Gel</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Promedio</b>
<b>G3</b>	0.56	0.52	<b>0.54 ± 0.02b</b>
<b>G10</b>	0.66	0.68	<b>0.67 ± 0.01a</b>
<b>G11</b>	0.65	0.63	<b>0.64 ± 0.01a</b>

### 3.4.6. Proteínas

Tabla 37

*Porcentaje (%) de proteínas en los geles G3, G10 y G11 según cálculo de valor nutricional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1993).*

<b>Gel</b>	<b>Proteínas (%)</b>
<b>G3</b>	6.74
<b>G10</b>	6.05
<b>G11</b>	5.97

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

#### 4.1.1. Perfil de textura

En la Tabla 11 se muestran los resultados de las 10 mezclas evaluadas mediante pruebas de penetración y compresión. Demonte (1995) indica que la dureza es la fuerza requerida para comprimir un producto entre los molares o entre la lengua y el paladar. Ciro, Buitrago, y Pérez (2007) definen a la firmeza como la fuerza requerida para deformar o penetrar un producto, y a la cohesión, como las fuerzas atractivas que se mantienen unidas dentro del mismo material. Por su parte, Aguilera y Durán (1996) definen a la elasticidad, como la propiedad de un alimento por la que recupera su forma y dimensiones originales, parcial o totalmente, al cesar la acción del esfuerzo aplicado. En el presente estudio se observó que la muestra G3 presentó la mayor fuerza de ruptura, firmeza y dureza, con valores de 22.2 gf, 135.1 gf, y 4371.9 gf respectivamente, debido a su mayor contenido de colapez, mientras que en la muestra G10 se observó una mayor elasticidad y cohesión, con valores de 17.02 mm y 0.18 mm respectivamente.

En el desarrollo de películas comestibles a partir de almidón acetilado por extrusión y gelatina (León et al., 2018), se observó un incremento de la resistencia a la ruptura y deformación de los films al aumentar la concentración de gelatina sin sabor, ya que, al incrementar el porcentaje de proteína, la resistencia de la película aumentaba, debido a un mayor número de interacciones entre los grupos hidroxilo (OH). Dicho comportamiento se observa en la muestra G3 (Tabla 11), con mayor contenido de colapez.

Dentro de los componentes de las muestras evaluadas, se encuentra el mucílago de chíá, el cual contiene aproximadamente un 71% de polisacáridos (Warrand et al., 2005). Este mucílago mejora las propiedades mecánicas e influye positivamente en los resultados de las evaluaciones en películas comestibles a base de proteínas de suero de leche, dado que es un potencial fuente de hidrocoloides con diferentes propiedades funcionales, tales como; gran capacidad de retención de agua, emulsificante, espesante, estabilizante en la formación de espumas, altamente soluble en agua fría y/o caliente (Loreto, 2012).

Otro de los componentes presentes en los geles es la quinua. Este grano es una fuente de proteínas, principalmente albúminas y globulinas (Abugoch et al., 2008), las cuales

confieren una menor dureza al producto comestible (Pérez, Elías y Delgado, 2017), tendencia que se observa en la Tabla 11, donde una mayor proporción de quinua permite obtener geles con una menor dureza. Sin embargo, gran parte de este resultado es atribuible no al contenido proteico de la quinua, ya que al encontrarse entera en el gel, no permite, en cierta medida, la interacción proteína – gel, sino a la interrupción en la matriz proteica de este debido a la presencia del grano de quinua. En este sentido, dicho resultado no estaría relacionado con el contenido de proteína del grano.

#### 4.1.2. Sinéresis

La retención de agua puede causar la formación de un gel. Sin embargo, durante el almacenamiento, las macromoléculas pueden interaccionar entre sí y perder su capacidad de retención de agua, ocasionando que las moléculas de agua no retenidas se desprendan de la matriz del gel y emigren a la superficie. Este fenómeno se conoce como sinéresis (Badui, 2006). Es por ello que se realizó un análisis de sinéresis después de 4 y 18 días de elaboración de los geles. Como se observa en la Figura 4, en las muestras G2, G4, G6 y G10, la sinéresis aumenta conforme pasa el tiempo de almacenamiento. Al respecto, Restrepo, Molina y Cabrera (2010) señalan que el tiempo de almacenamiento de los productos influye en gran medida en la dureza y sinéresis, de tal forma que, a mayor periodo de almacenamiento, la sinéresis aumenta.

Este patrón no se presenta en la muestra G3 (Figura 4), la cual se mantiene estable en el tiempo (89.70% y 89.54% de sinéresis a los 4 y 18 días, respectivamente). El gel G3 contiene la mayor concentración de gelificante (colapez), siendo el más firme (Tabla 11), con mayor capacidad de absorción, menor liberación de agua, y por lo tanto, menor tendencia a la sinéresis (Restrepo et al., 2010).

#### 4.1.3. Análisis sensorial

##### *Panel de niños*

Las propiedades sensoriales de los alimentos y las bebidas son determinantes para su aceptación por los consumidores finales, por ello el análisis sensorial a niños es clave al

elaborar un producto. Es válido mencionar que el mercado de productos para público infantil está en constante crecimiento, y que los niños tienen una gran influencia en las decisiones de compra (Dziuk-O'Donnell, 1999). Por ello se determinó la aceptabilidad sensorial de los niños de 4 a 6 y de 9 a 11 años utilizando la prueba hedónica facial mostrada en la Figura 3, pues este es uno de los métodos indicados para este análisis con niños, ya que ellos expresan sus gustos o disgustos con total sinceridad mediante diferentes reacciones, no verbales (Manrique, 2011).

Álvares, Semíramis, Zapico, y Aguiar (2008) realizaron pruebas con pre-escolares de 4 a 6 años mediante un alimento de buena aceptación y de sabor modificado. Los pre-escolares pertenecían a dos estratos socioeconómicos: con buen poder adquisitivo (A), y residentes en bolsones de pobreza (B). Los resultados mostraron que al 79% de menores del grupo B les agradó el alimento de buena aceptación, frente a un 59.5% del grupo A. Del mismo modo, se apreció mayor rechazo al alimento de sabor modificado (52%) por los niños con poder adquisitivo mayor, a diferencia de los residentes en bolsones de pobreza, quienes mostraron menor rechazo hacia el alimento de sabor modificado (17.5%). Esta tendencia también es apreciable en la Tabla 21, en la cual se distingue que la aceptación promedio de los tres geles evaluados fue mayor en el jardín público que en el privado, tendencia que también se aprecia en la Tabla 26 en la evaluación de las muestras por los niños de la escuela pública y privada. Además, el porcentaje (%) de residuos de los 3 geles, generado por los niños de la escuela pública, fue menor al porcentaje (%) generado por los niños de la escuela privada (Tabla 27).

Chen, Resurrección y Paguio (1996) determinaron que niños de 3 años de edad fueron capaces de expresar su grado de gusto en muestras de alimentos usando una escala de 3 puntos, niños de 4-5 años de edad podían usar la escala de 5 puntos, y de 6 años, la escala de 7 puntos hedónicos. Estas escalas estuvieron ancladas con las palabras "súper malo" y "súper bueno" respectivamente, utilizando escalas hedónicas faciales. En relación a ello, en la presente investigación se empleó una escala hedónica de 3 puntos relacionadas con dichas palabras. El puntaje 1 implicaba "súper malo", mientras que 5 "súper bueno". Se utilizó esta escala ya que de este modo, el umbral de valorización fue más amplio, a diferencia de la escala "1, 2, 3". Por otro lado, León et al. (1999) mostraron que 169 niños de 4 a 10 años evaluaron cinco galletas con relleno de mermelada. Los productos fueron discriminados

ligeramente mejor con la categorización hedónica que con otros métodos. Del mismo modo, los resultados fueron ligeramente más reproducibles con la categorización hedónica que con los métodos comparativos, especialmente con niños mayores de 5 años.

### *Panel entrenado adulto*

En la Tabla 29 se muestran los resultados de la prueba de aceptabilidad sensorial de escala de valoración en adultos, donde se observan diferencias significativas (prueba de Friedman) en las puntuaciones promedio de resistencia al corte, firmeza, friabilidad, sabor a maracuyá y dulzor, aunque el análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la aceptación global. Al respecto, Garrido, Lozano y Genovese (2015) no obtuvieron diferencias significativas en la aceptación global en muestras de geles a base de manzana, concluyendo que la textura, la consistencia y la capacidad de extensión fueron los atributos menos importantes, mientras que las preferencias de los panelistas se basaron principalmente en el gusto de las gelatinas.

En los resultados de perfil de textura (Tabla 11), se observan mayores valores de firmeza (135.05 gf), dureza (4371.98 gf) y fuerza de ruptura (22.24 gf) para el gel G3, atribuidos a la mayor concentración de colapez en el mismo (6.75%, superior a las demás mezclas). Estos parámetros fueron percibidos en la misma medida en el análisis sensorial (Tabla 29), el cual mostró para el gel G3 mayores puntuaciones de resistencia al corte y de firmeza (representado gráficamente en la Figura 9). No obstante, el análisis estadístico de Friedman muestra que los panelistas asignaron al gel G3 una puntuación en el sabor (3.44 puntos) menor que al gel G10 (4.08 puntos), lo cual podría estar relacionado con una menor liberación de las sustancias responsables del sabor debido a la naturaleza más compacta del gel G3, gracias a la presencia de una mayor concentración de colapez.

El colapez, sin sabor, básicamente es proteína soluble obtenida a partir de la hidrólisis parcial del colágeno de la piel, tejido conjuntivo, huesos y otras partes de origen animal (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2018; Ramón, 2018). La naturaleza proteica del colapez le confiere la capacidad de ligar grasas y compuestos aromáticos responsables del sabor, y por lo tanto, afectar las propiedades sensoriales de los alimentos (Badui, 2006). La Figura 9



muestra que el sabor del gel G3 fue percibido en menor intensidad, lo que estaría relacionado con el mayor contenido de colapez en su formulación.

Es necesario detallar que, para que una proteína sea considerada como un buen ligante de sabor, debe unir fuertemente los sabores (atrapamiento físico entre los capilares y hendiduras de la matriz de la gelatina), retenerlos durante el proceso y liberarlos durante la masticación. Los resultados de la Figura 9 muestran que la proteína presentó la propiedad de ligar sabores, pero al parecer no los liberó adecuadamente durante la masticación, impidiendo que estas sustancias aromáticas interaccionen con las papilas gustativas, produciendo por tanto una menor percepción del sabor por la mayoría de panelistas. A lo que hay que sumar lo mencionado por Badui (2006), respecto a la interacción de los compuestos volátiles con las proteínas hidratadas, de modo que cualquier factor que afecte la hidrofobicidad, influirá en la unión del compuesto saborizante.

#### *Encuesta de aceptabilidad a público en general*

En la Tabla 31 se muestran los resultados del análisis sensorial del gel G3 a público en general. Se evaluó a 385 personas de la ciudad de Trujillo, 206 mujeres y 179 varones, determinando un mayor porcentaje de rechazo por parte del género femenino (2.79%) frente al género masculino (1.46%). Esto puede deberse, según Frank y Van der Klaauw (1994), a que las mujeres son más neofóbicas que los hombres, es decir, tienen mayor miedo o fobia hacia nuevas experiencias. Del mismo modo, Alley y Burroughs (1991) y Cardello (2003) mencionan que los hombres tienen mayor tendencia que las mujeres a buscar nuevos alimentos. No obstante, Logue y Smith (1986) y Babayan, Budayr y Lindgren (1996), muestran en sus estudios de aceptabilidad, divergentes resultados de preferencia y rechazo hacia nuevos productos por parte de personas de ambos sexos.

La aceptabilidad final del producto dependerá de la satisfacción que pueda experimentar el consumidor, pero también de si el alimento satisface sus expectativas (Heldman, 2004). Asimismo, la opinión que tenga cada consumidor indistintamente a su sexo sobre las características nutritivas o composición del producto (Bruhn et al., 1992) condiciona su elección y puede modificar su aceptabilidad final. Según Berrena y Sánchez (2013), todos los consumidores independientemente de su sexo adoptan los nuevos productos por su

aspecto hedónico (sabor y placer que les proporciona), y por su valor nutricional, así como la simbología de este tipo de productos en relación con sentirse más cosmopolita y con cierto grado de estatus social. Las mujeres enfatizan para su aceptabilidad, aspectos relacionados con los indicadores de calidad del producto y su identificación cultural. En el caso de los varones, priman aspectos más emocionales en relación con el disfrute del producto. Estos elementos diferenciadores podrían ser aprovechados en estrategias comerciales diferenciadoras para ambos sexos. Por ello en la Tabla 31 se observan altos porcentajes de aceptabilidad del gel G3 por el panel femenino (97.21%) y masculino (98.34%), dado que es un producto que reúne requisitos nutricionales y aspectos hedónicos esperados por estos potenciales consumidores.

#### **4.1.4. Análisis fisicoquímico**

En la Tabla 32 se presenta un mayor porcentaje de humedad en el gel G3, que también contiene mayor concentración de colapez, lo cual explica la capacidad de retención de agua por las proteínas del colapez (Wolke, 2005), en concordancia con Badui (2006), que además afirma que un gel traslúcido atrapa hasta un 98% de su peso en agua gracias a los puentes de hidrógeno formados por los grupos NH y CO. La retención de agua mejora la textura, ya que las propiedades funcionales de la proteína dependen de una buena interacción proteína-agua. Ello explicaría la mayor estabilidad de la muestra G3 frente a la sinéresis (Figura 4), y sus mejores resultados de perfil de textura (Tabla 11).

En la Tabla 34 se observan los valores de pH de las muestras. Díaz, Pérez y Totasau (2008) indican que a pH alto las propiedades de emulsión mejoran, pero se afectan negativamente las propiedades de gelificación. Sin embargo, a pesar de que el gel G3 presentó el pH más alto, este mostró mejores propiedades de gelificación al mostrar mayores valores fuerza de ruptura, firmeza y dureza, y un valor alto de elasticidad (Tabla 11), lo cual podría ser atribuido a la presencia del mucílago de chía en la mezcla (Cevallos, 2015).

Bello (2000) menciona que la presencia de un ácido favorece la formación de puentes de hidrógeno. Añade también que la acidez del medio influye en la organización de una red tridimensional estable. Si bien en la Tabla 35 no se observan diferencias significativas en la acidez de las muestras, los mayores valores del perfil texturométrico y sensorial del gel G3,

estarían nuevamente relacionados con la presencia de otro componente que confiere capacidad de gelificación, como es el mucílago de chíá (Cevallos, 2015).

Por su parte, las cenizas totales representan el contenido de minerales presentes en los alimentos. El contenido de cenizas en las muestras estuvo en un rango de 0.52 a 0.68%, rango el cual es mayor a lo indicado por el Ministerio de Salud (2002), ya que menciona que la gelatina comercial con saborizantes contiene un promedio de 0.30% de cenizas. El porcentaje de cenizas es mayor en este estudio, debido a que las muestras contienen insumos que aportan mayor cantidad de minerales al producto final en comparación con las gelatinas comerciales. La chíá contiene 4.5% de cenizas (Jiménez, Masson, Quitral, 2013), la quinua cocida y el zumo de maracuyá, 0.6% de cenizas cada uno (Tabla Peruana de Composición de Alimentos, 2009), en contraste con otros estudios (López et al., 2016), en el que se adicionaron productos como mango (0.5% cenizas) y amaranto (2.0% cenizas), de acuerdo con la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2009). No obstante, la Norma General para Gelatina Comestible (1956), indica que el porcentaje máximo de cenizas que debería presentar una gelatina de consumo humano es de 2.0%. Así que las muestras elaboradas se encuentran dentro de los parámetros indicados.

#### **4.2. Conclusiones**

- Las mezclas G3 y G10 presentaron las mejores características texturométricas: mayor fuerza de ruptura (22.24 gf, 15.30 gf), firmeza (135.05 gf, 70.49 g-dza) y dureza (4371.98 gf, 2668.03 gf) respectivamente, mediante pruebas de penetración y compresión.
- En el análisis de estabilidad, el gel G3 mostró porcentajes más bajos de sinéresis a los 4 días y 18 días, con valores de 89.70% y 89.54% respectivamente.
- Mediante análisis fisicoquímico, se determinó que la mezcla G3 tenía mayor porcentaje de humedad (95.91%), sólidos solubles (10.40°Brix), pH (4.08), y proteínas (6.74%), mientras que la mezcla G10 tenía mayor contenido de cenizas (0.67%). En cuanto a la acidez, la mezcla G3 y G10 presentaron el mismo contenido (0.20%).

- Mediante análisis de superficie de respuesta, se obtuvo una mezcla ideal denominada G11, cuyas concentraciones de chía, quinua y colapez fueron de 3.31%, 0.84%, y 5.76% respectivamente.
- La mezcla con mayor aceptabilidad sensorial por parte de los panelistas del jardín público y jardín privado fue la G3, con valores de aceptabilidad de 4.71 y 4.66 puntos respectivamente. El mismo patrón se observó en los panelistas de la escuela pública y privada, con valores de aceptabilidad de 5.00 y 4.91 puntos respectivamente.
- El panel entrenado asignó una mayor puntuación a la mezcla G3 en la evaluación del parámetro “global” (3.67 puntos).
- En la encuesta de aceptabilidad a público en general, al 97.92% de los jueces les gustó la mezcla G3 (97.21% género femenino y 98.54% género masculino).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, E.S, Spinelli. M.G, y Zanardi, A.M. (2003). *Gestión de Unidades de Alimentación y Nutrición: un modo de hacer*. Sao Paulo, Brasil: Editora Metha Ltda.
- Abugoch, L., Romero, N., Tapia, C., Silva, J., y Rivera, M. (2008). Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) protein isolates. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 56(12), 4745-4750.
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.
- Aguilera, J., Durán, L. (1996). *Glosario de términos reológicos en español y portugués*. CYTED-RIPFADI, Valencia, España.
- Alley, T., y Burroughs, W. (1991). Do men have stronger preferences for hot, unusual and unfamiliar foods? *The Journal of General Psychology*, 118(3), 201-214.
- Álvarez, S., Zapico, J., De Aguiar, J. (2008). Adaptación de la escala hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos de preescolar. *Revista Chilena de Nutrición*, 35(1), 1-13.
- AOAC 923.03. Official methods of Analysis Proximate Calculations Ash Determination Offic Agric. Chem. Edition 17<sup>th</sup>, Gaithersbyrg, USA.
- AOAC 932.12. Solids (Soluble) in fruits and fruit products. Offic Agric. Chem., Edition 18<sup>th</sup>., Arlington, USA.
- AOAC 939.05. Fad Acidity – Grains Titrimetric Method. Codex Adopted. Edition 2000, Arlington, USA.
- AOAC 942.12. Acidity (Titratable) of fruit productos. Offic Agric. Chem., Edition 18<sup>th</sup>., Arlington, USA.
- Babayan, S., Budayr, B., y Lindgren, H. (1966). Age, sex, and culture as variables in food aversion. *Journal of Social Psychology*, 68(1), 15-17.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. México, Editorial Pearson.
- Bejarano, J., y Suárez, L. (2015). Algunos peligros químicos y nutricionales del consumo de los alimentos de venta en espacios públicos. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 47(3), 349-360.

- Bello, J. (2000). *Ciencia Bromatológica. Principios generales de los alimentos*. España, Ediciones Díaz de Santos.
- Berrena, R., y Sánchez, M. (2013). Neophobia, personal consumer values and novel food acceptance. *Food Quality and Preference*, 27(1), 72–84.
- Boca, S., Krasnova, I., Seglina, D., y Skrupskis, I. (2009). Changes of pectin in apple mass depending on storage time. *Journal of International Scientific Publications*, 5(2), 90-99.
- Boğa, A., y Binokay, S. (2010). Food additives and effects to human health. *Archives Medical Review Journal*, 19 (3), 141-154.
- Bruhn, C., Cotter, A., Diaz, K., Sutherlin, J., West, E., Wightman, N., Williamson, E., y Yaffee, M. (1992). Consumer attitudes and market potential for foods using fat substitutes. *Journal Dairy Science*, 75, 2569-2577.
- Busilacchi, H., Qüesta, T., y Zuliani, S. (2015). La chía como una nueva alternativa productiva para la región pampeana. *Agromensajes*, 41, 37- 46.
- Cabezas, C., Hernández, B., y Vargas, M. (2015). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(2), 29-319.
- Cámara de Comercio de Lima. (2016). *Demanda de productos peruanos en el extranjero creció 6% en 2015*. Recuperado el 7 de junio de 2018 de <https://camaralima.org.pe/principal/noticias/noticia/demanda-de-productos-peruanos-en-el-extranjero-crecio-6-en-2015/522>.
- Cardello, A. (2003). Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: effects on product liking. *Appetite*, 4(3-1), 217-233.
- Cervilla, N., Mufari, J., Calandri, E., y Guzmán, C. (2014). Pérdidas nutricionales durante la cocción de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd bajo presión de vapor. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 34(1), 72-76.
- Cevallos, N. (2015). Efecto de la adición de semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) en las características físicas, químicas y sensoriales del yogur natural (tesis de pregrado). Universidad de Zamorano, Zamorano, Honduras.

- Chen, A., Resurreccion, A., y Paguio, L. (1996). Age appropriate hedonic scales to measure food preferences of young children. *Journal of Sensory Study*, 11(1), 141-163.
- Ciro, H., Buitrago, O., Pérez, A. (2007). Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis Peruviana L.*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, (60), 1, 2007, 3785-3796.
- Cruz, M. (2015). *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. Una revisión. *Cultivos Tropicales*, 36, 7-17.
- Da Cunha, T., Braz, R., Ribeiro, R., De Lacerda, L., y Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 357-363.
- Demonte, P. (1995). Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. p. 8-20. En: Seminario de Textura y Reología de los Alimentos. Memorias. Cali: Universidad del Valle.
- Díaz, J., Pérez, M., y Totasaus, A. (2008). Efecto del pH y de la adición de fosfatos de sodio sobre las propiedades de gelificación y emulsión de surimi de trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 28(3), 691-695.
- Dick, M., Costa, T., Gomaa, A., Subirade, M., Rios, A, y Flores, S. (2015). Edible film production from chía seed mucilage: Effect of glicerol concentration on its physicochemical and mechanical properties. *Carbohydrate Polymers*, 130, 198-205.
- Dziuk-O'Donnell, C. (1999). Kids put flavor science to the test. *Prepared Foods*, 168, 40-42.
- El Comercio. (2010). *Mercado de gelatinas creció 24% en el país*. Recuperado el 7 de junio de 2018 de: <http://archivo.elcomercio.pe/economia/peru/mercado-gelatinas-crecio-24-pais-noticia-659122>.
- Frank, R., y Van der Klaauw, N. (1994). The contribution of chemosensory factors to individual differences in reported food preferences. *Appetite*, 22(2), 101-123.
- Garrido, J., Lozano, J., y Genovese, D. (2015). Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: modelling and optimization. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 325-332.
- GME. (2008). *Gelatin Manufacturers of Europe*. Recuperado de <http://www.gelatine.org/>

- Guinard, J. (2001). Sensory and consumer testing with children. *Trends in Food Science & Technology*, 11(8), 83-273.
- Heldman, D. (2004). Identifying food science and technology research needs. *Food Technology*, 58, 32-34.
- Hernández, M., Torruco, J., Chel-Guerrero, L., y Betancur, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 28(3), 718-726.
- Ida, N. (2010). *Estudio sobre tendencias de consumo de alimentos*. Perú, Editorial BVS.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización: NTE INEN 1521. Mezcla en polvo para preparar postre de gelatina. Requisitos. Segunda revisión.
- International Standard ISO 8586:2012, Sensory analysis: General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors, First Edition, 28.
- Jamilah, B.; Harvinder, K. (2002). Properties of gelatins from skins of fish-blacktilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chemistry* 77, 81–84.
- Jiménez, P., Masson, L., y Quitran, V. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega 3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 155-159.
- Keogh, M., y O’Kennedy, B. (1998). Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. *Journal of Food Science*, 63(1), 108-112.
- Kirk, R.S, Sawyer, R., y Egan, H. (1996). *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. México. Editorial CECSA.
- León, A., Camacho, I., Zazuela, J., Calderón, A., Fitch, P., Jacobo, N., Sánchez, M., y Aguilar, E. (2018). Desarrollo y caracterización de películas comestibles elaboradas a partir de almidón acetilado por extrusión y gelatina. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 714-720.
- León, F., Couronne, T., Marcuz, M., y Koster, E. (1999). Measuring food liking in children: a comparison of non-verbal methods. *Food Quality and Preference*, 10, 93-100.



- Logue, A., y Smith, M. (1986). Predictors of food preferences in adult humans. *Appetite*, 7(2), 109-125.
- López, L., Medina, F., Ormelas, R., Moreno, J., Almirudis, S., Molina, J., Herrera, S., Otero, C., Canizalez, D., y Arce, M. (2016). Elaboración de gelatina enriquecida con sustituto de leche a base de amaranto. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 577-581.
- Loreto, H. (2012). *Mucílago de semillas de chía (Salvia hispanica): microestructura, caracterización físico-química y aplicaciones en la industria alimentaria* (tesis doctoral). Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Manrique, M. (2011). *Aceptación organoléptica de tres productos infantiles para menores de 2 años* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Metzger, B., y Coustan, D. (1998). Summary and recommendations of the Fourth International Workshop-Conference on Gestional Diabetes Mellitu. *Diabetes Care*, 21(2), 7-161.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). Producción Agrícola. Recuperado el 05 de junio de 2018 de: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=produccion-agricola>.
- Ministerio de Salud. (2002). *Tabla de Composición de Alimentos Industrializados*. Recuperado el 20 de Febrero de 2019 de: <https://www.um.es/lafem/Nutricion/DiscoLibro/03-Alimentos/Complementario/TablaComposicionalimentosIndustrializados.pdf>.
- Ministerio de Salud. (2017). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Recuperado el 06 de septiembre de 2018 de: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Moraga, M. (2008). *Desarrollo de un producto gelificado con pomelo (var. star ruby) empleando tratamientos osmóticos* (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (1993). *Directrices del Codex Alimentarius sobre Etiquetado Nutricional*. Recuperado el 04 de abril de 2019 de: <http://www.fao.org/3/y2770s/y2770s06.htm>.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2011). *La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo\\_quinua\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinua_es.pdf).
- Partearroyo, T., Sánchez, E., y Varela, G. (2013). El azúcar en los distintos ciclos de la vida: desde la infancia hasta la vejez. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4), 40-47.
- Pérez, K., Elías, C., y Delgado, V. (2017). Bocado con alto contenido proteico: un extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y camote (*Ipomoea batatas* L.). *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 377-388.
- Perú 21. (2016). *CCL: Envío de productos nostálgicos peruanos al exterior creció 6%*. Recuperado el 7 de junio de 2018 de: <https://peru21.pe/economia/ccl-envio-productos-nostalgicos-peruanos-exterior-crecio-6-214764>.
- Poppe, J. (1999); "Gelatin". En: *Thickening and gelling agents for food*. Imenson A. A. Ed. Chapman & Hall Food Science Book. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg.
- Ramón, A. (2018). *Optimización del método para la obtención de grenetina a partir de residuos avícolas para su aplicación en la elaboración de gelatinas saborizadas* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Reolón, V. (2006). *Desenvolvimento de bandejas biodegradáveis a partir da fécula de mandioca, calcáreo e fibra de celulose* (tesis de maestría). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Restrepo, A., Molina, F., y Cabrera, K. (2010). Effect of the addition of kappa I.II carrageenan and tara gum on quality characteristics of cooked and chopped pork hams. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2): 5717-5727.
- Romero, R. (2016). *Obtención de gelatina de piel de perico (*Coryphaena hippurus*) y caracterización de sus propiedades fisicoquímicas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- RTCR9. (1956). *Norma general para gelatina comestible*. Recuperado el 20 de febrero de 2019 de: <http://gelcocolombia.com/wp-content/uploads/2016/12/brochure-esp.pdf>.

- Schaubschläger, W., Zabel, P., Schlaak, M. (1987). Tartrazine-induced histamine release from gastric mucosa. *The Lancet*, 330(1), 800-801.
- Schmidt, H. (1990). *Aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos*. Santiago de Chile, Chile: Universitaria.
- Sedó, P. (2001). Alimentos funcionales: análisis general acerca de las características químicas - nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 10(2), 18-19.
- Valencia, E., Millán, L., Estepa, C., y Botero S. (2008). Efecto de la sustitución con polydextrosa y CMC en la calidad sensorial de tortas con bajo contenido de sacarosa. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 63-67.
- Vázquez, M., Guevara, R., Aguirre, H., Alvarado, M., y Romero, H. (2007). Consumo actual de edulcorantes naturales (beneficios y problemática): Stevia. *Revista Médica Electrón*, 39(5).
- Velasco, O., y Echavarría, S. (2011). Edulcorantes utilizados en alimentos. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional.
- Ward, A., y Courts, A. (1977). *The science and technology of gelatin*. Estados Unidos, Academic Press.
- Wolke, R. (2005). *Lo que Einstein le contó a su cocinero 2*. Barcelona, España: Robinbook.

## ANEXOS



*Figura 20.* Preparación de materia prima e insumos.

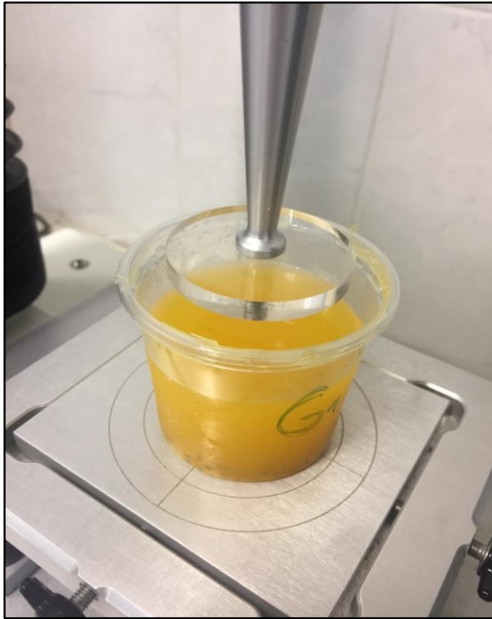


*Figura 21.* Análisis de perfil de textura, prueba de penetración.



*Figura 22.* Análisis de perfil de textura, prueba de penetración.





*Figura 23.* Análisis de perfil de textura, prueba de compresión.



*Figura 24.* Análisis de sinéresis.



*Figura 25.* Muestras G1-G10 para análisis de texturometría.



Figura 26. Análisis de texturometría en laboratorio.

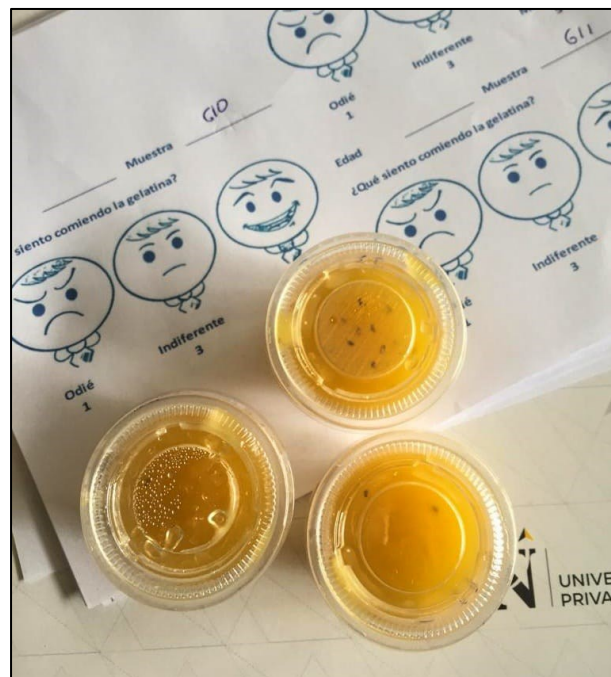


Figura 27. Fichas y muestras para análisis sensorial a niños.



*Figura 28. Análisis sensorial con niños.*



*Figura 29. Selección de panel entrenado.*



*Figura 30.* Entrenamiento a panel entrenado.



Figura 31. Análisis de superficie de respuesta de la sinéresis (4 días)

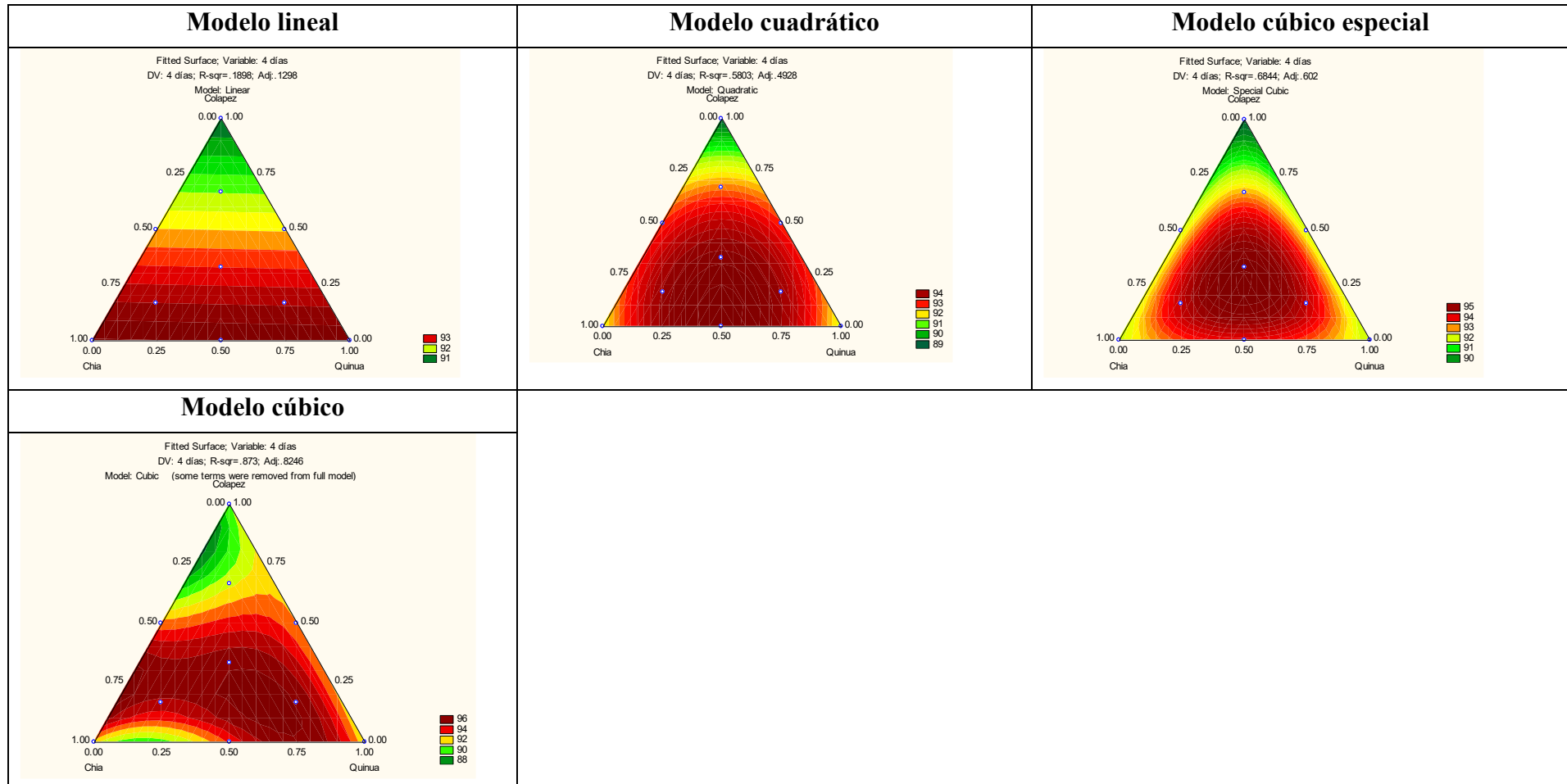


Figura 32. Análisis de superficie de respuesta de la sinéresis (18 días)

