

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo de una pasta corta con sustitución parcial de semolina de trigo (*Triticum durum*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*)**

Estudiante

Johanna Lineth Indio Rivera

Asesores

Sandra Espinoza, M.Sc.

Raúl Espinal, Ph.D.

Honduras, octubre 2023

**Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| Índice de Cuadros.....                           | 5  |
| Índice de Figuras .....                          | 6  |
| Índice de Anexos.....                            | 7  |
| Resumen .....                                    | 8  |
| Abstract.....                                    | 9  |
| Introducción.....                                | 10 |
| Materiales y Métodos.....                        | 13 |
| Ubicación del Estudio.....                       | 13 |
| Materias Primas .....                            | 13 |
| Determinación de Formulación Teórica .....       | 13 |
| Elaboración de la Pasta.....                     | 14 |
| Análisis Sensorial.....                          | 15 |
| Diseño Experimental y Análisis Estadístico ..... | 16 |
| Análisis Físicoquímicos.....                     | 16 |
| Tiempo de Cocción.....                           | 16 |
| Aumento de Peso (AP) .....                       | 17 |
| Aumento de Volumen (AV).....                     | 17 |
| Análisis de Color.....                           | 18 |
| Textura .....                                    | 18 |
| Actividad de Agua .....                          | 18 |
| Proteína Cruda .....                             | 18 |
| Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....  | 19 |
| Resultados y Discusión.....                      | 20 |
| Análisis Sensorial.....                          | 20 |

|  |    |
|--|----|
| Apariencia y Color .....   | 20 |
| Olor .....   | 21 |
| Sabor .....  | 22 |
| Textura .....  | 22 |
| Aceptación General.....  | 23 |
| Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento.....  | 24 |
| Análisis de Correlación.....   | 24 |
| Análisis Físicoquímicos.....   | 25 |
| Tiempo de Cocción.....   | 25 |
| Nota. T.C. (tiempo de cocción). Tratamiento 2 (40% harina de chocho). D.E. (desviación estándar).. | 26 |
| Aumento de Peso y Aumento de Volumen.....  | 26 |
| Color.....   | 27 |
| Textura .....  | 28 |
| Actividad de Agua .....  | 29 |
| Proteína Cruda .....   | 30 |
| Conclusiones .....   | 32 |
| Recomendaciones.....   | 33 |
| Referencias.....   | 34 |
| Anexos.....  | 38 |

### Índice de Cuadros

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1 Formulación para pasta con sustitución por harina de chocho .....  | 14 |
| Cuadro 2 Resultados de análisis sensorial de pasta con sustitución por harina de chocho.....  | 23 |
| Cuadro 3 Resultados de prueba de preferencia por ordenamiento para pasta con sustitución por<br>harina de chocho .....  | 24 |
| Cuadro 4 Resultados de análisis de correlación de cada atributo de los tratamientos con la aceptación<br>general para pasta con sustitución por harina de chocho..... | 25 |
| Cuadro 5 Resultado de tiempo de cocción de la pasta con sustitución por harina de chocho .....  | 26 |
| Cuadro 6 Resultados de aumento de peso y aumento de volumen de la pasta con sustitución por<br>harina de chocho .....   | 27 |
| Cuadro 7 Resultado de análisis de color de la pasta cruda con sustitución por harina de chocho.....   | 28 |
| Cuadro 8 Resultado de perfil de textura de la pasta cocida con sustitución por harina de chocho ....  | 29 |
| Cuadro 9 Resultado de análisis de actividad de agua de la pasta cruda con sustitución por harina de<br>chocho.....  | 30 |
| Cuadro 10 Resultado de análisis de proteína cruda de la pasta con sustitución por harina de chocho<br>.....   | 31 |

**Índice de Figuras**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Diagrama de flujo de la elaboración de pasta..... | 15 |
|--|----|

## Índice de Anexos

|  |    |
|--|----|
| Anexo A Composición nutricional de la pasta control.....   | 38 |
| Anexo B Composición nutricional de tratamiento 1 con 30% de harina de chocho .....                         | 39 |
| Anexo C Composición nutricional del tratamiento 2 con 40% de harina de chocho .....                        | 40 |
| Anexo D Composición nutricional del tratamiento 3 con 50% de harina de chocho .....                        | 41 |
| Anexo E Etiqueta nutricional de sémola de trigo de Bobs’s Red Mill.....                                    | 42 |
| Anexo F Etiqueta nutricional de harina de chocho de Ethnisnack .....                                       | 43 |
| Anexo G Etiqueta nutricional de goma xanthan de Bobs’s Red Mill .....                                      | 44 |
| Anexo H Etiqueta nutricional teórica de la pasta control.....  | 45 |
| Anexo I Etiqueta nutricional teórica del tratamiento 1 con 30% harina de chocho.....                       | 46 |
| Anexo J Etiqueta nutricional teórica del tratamiento 2 con 40% harina de chocho .....                      | 47 |
| Anexo K Etiqueta nutricional teórica del tratamiento 3 con 50% harina de chocho.....                       | 48 |
| Anexo L Boleta de evaluación sensorial de prueba de aceptación y orden de preferencia .....                | 49 |
| Anexo M Tabla de Prueba de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencias entre suma de categoría”<br>..... | 50 |

## Resumen

El término malnutrición hace referencia a una condición fisiológica anormal como consecuencia del consumo desequilibrado de macronutrientes. En muchos países el consumo de carne y productos lácteos tiene un alto costo, poco convenientes para personas de bajos recursos económicos. El chocho es una leguminosa reconocida por su alto contenido nutricional, contiene de 42 a 51% de proteína. La pasta es un producto consumido a nivel mundial gracias a su versatilidad, por tal motivo la industria alimentaria debería enfocarse en incrementar su valor nutricional. El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar una pasta con sustitución parcial de la semolina de trigo por harina de chocho para mejorar el aporte proteico. Se hicieron cuatro formulaciones (0, 30, 40 y 50% de harina de chocho). Para el análisis sensorial de aceptación, se utilizó un diseño BCA, un ANDEVA y una prueba Duncan, para determinar el tratamiento con mayor aceptación. Al control y al tratamiento con 40% de harina de chocho se les realizó análisis fisicoquímicos, se usó un Diseño de Muestras Independientes y los datos se analizaron a través de una prueba t-student. Todos los tratamientos con adición de harina de chocho presentaron la misma aceptación general. La adición de 40% harina de chocho a la pasta, disminuyó el tiempo de cocción, el aumento de peso y el volumen, así como la luminosidad. En cuanto a la textura se evidenció una disminución en dureza, adhesividad y cohesividad. Se determinó que la pasta con sustitución del 40% de harina de chocho es considerada excelente fuente de proteína.

*Palabras claves:* fuente proteica, harina compuesta, proteína vegetal, soya andina, tarwi.

### **Abstract**

The term malnutrition refers to an abnormal physiological condition as a result of unbalanced consumption of macronutrients. In many countries, the consumption of meat and dairy products has a high cost, making them inconvenient for people with low economic resources. Chocho is a legume recognized for its high nutritional content, it contains 42 to 51% protein. Pasta is a product consumed worldwide thanks to its versatility, for this reason the food industry should focus on increasing its nutritional value. The main objective of this research was to develop a pasta with partial replacement of wheat semolina with lupine flour to improve the protein content. Four formulations were made (0, 30, 40 and 50% lupine flour). For the sensory acceptance analysis, a BCA design, an ANDEVA and a Duncan test were used to determine the treatment with greater acceptance. The control and the treatment with 40% lupine flour underwent physicochemical analysis, an Independent Sample Design was used and the data were analyzed through a t-student test. All treatments with the addition of lupine flour presented the same general acceptance. The addition of 40% lupine flour to the pasta decreased the cooking time, the increase in weight and volume, as well as the luminosity. Regarding texture, a decrease in hardness, adhesiveness and cohesiveness was evident. It was determined that pasta with 40% lupine flour replacement is considered an excellent source of protein.

*Keywords:* Andean soy, compound flour, protein source, tarwi, vegetable protein.

## Introducción

El término malnutrición hace referencia a una condición fisiológica anormal como consecuencia del consumo ineficiente, desequilibrado o excesivo de los macronutrientes que brindan la energía necesaria y requerida, como proteínas, grasas y los micronutrientes como vitaminas y minerales necesarios para el crecimiento y desarrollo tanto físico como cognitivo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2014).

Hoy en día, todos los países se ven afectados debido a diferentes razones por la malnutrición. La pobreza multiplica exponencialmente el riesgo de sufrir malnutrición y esta misma aumenta los costos de atención de salud, disminuyendo así el crecimiento económico y teniendo como consecuencia la estabilidad de un ciclo de pobreza y malnutrición (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021).

En muchos países el consumo de carne y productos lácteos tiene un alto costo, lo que los hace poco convenientes para las personas de bajos recursos económicos. En estas situaciones las personas recurren a las proteínas de origen vegetal. Las legumbres son una fuente importante de proteína accesible, especialmente para pequeños agricultores que consumen gran parte de su producción (FAO, 2021a). Las legumbres contienen aproximadamente el doble de contenido proteico del que se encuentra en los cereales de grano entero, como el trigo (FAO, 2021b).

El chocho es la única leguminosa de grano comestible que se origina en los Andes y sus cultivos se extienden por diferentes países, desde Ecuador hasta Chile y parte de Argentina. Este cultivo se desarrolla entre los 2800 y 3500 metros de altitud y una precipitación que varía entre 300 y 600 mm (FAO, 2016).

Es una leguminosa reconocida por su alto contenido nutricional, distinguido por su valor de proteína y características agronómicas como: rusticidad, capacidad de fijar nitrógeno, adaptabilidad a medios secos. Este grano originalmente es amargo debido a la presencia de alcaloides y en este estado contiene 42% de proteína en base seca, una vez que se realiza el proceso de reducción de alcaloides, el contenido de proteína incrementa hasta un 51% en base seca. En el chocho (*Lupinus mutabilis*)

predominan los ácidos grasos oleico (51.92%), linoleico (30.43%) y palmítico (10.38%) (Pérez y Sánchez, 2023). Gracias a su alto contenido de proteínas y grasas, el chocho es conocido como la soya andina. El chocho es particularmente rico en lisina, lo cual la hace una planta con interés para la nutrición humana (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013).

En los subproductos del trigo las cantidades significativas de hidratos de carbono y la cantidad de proteína depende del subproducto (sémola, harina) y de la misma manera que otros cereales tiene deficiencia del aminoácido lisina (Alomaliza, 2021). Para complementar la nutrición, se puede hacer uso de harinas compuestas o alternativas, estas son una gran opción para la industria alimentaria en la innovación de la formulación de alimentos con valor agregado nutricional; las harinas de granos, cereales o leguminosas son un gran potencial (Umaña et al., 2013). Al lograr la sustitución del trigo por harinas de leguminosas, incrementan los efectos nutritivos y funcionales de la pasta (Alomaliza, 2021). El término de harinas compuestas fue definido por la FAO en 1964 como “mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas y galletas”.

La pasta es un alimento preparado, el cual tiene como ingrediente principal semolina de trigo, agua, entre otros ingredientes. La mezcla de estos ingredientes permite la formación de una masa a la cual se le da una forma específica y para ser consumida debe entrar en un proceso de cocción. La pasta es uno de los platos más populares a nivel mundial, esto debido a su factibilidad de producir, transportar, almacenar y su versatilidad en la preparación, lo que incentiva a la industria alimentaria a dedicar atención en la producción de pastas (Díaz, 2017). Sin duda alguna, hay un amplio porcentaje de personas a nivel mundial que consumen este tipo de alimento, concentrándose el 81% en Italia, seguido de España y Argentina con un consumo de alrededor del 77%, Reino Unido y México un 66%, esto da a conocer el gran valor de este alimento (Mena, 2022).

En base a lo anterior, el propósito de esta investigación fue elaborar una pasta con harina compuesta de trigo y chocho para mejorar el aporte de proteína, planteándose los siguientes objetivos:

Determinar la formulación de pasta corta con sustitución de harina de trigo por harina de chocho de mayor aceptación.

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la semolina de trigo por harina de chocho en las propiedades fisicoquímicas del tratamiento con mayor aceptación.

Valorar el aporte de proteína con sustitución de harina de chocho de mayor aceptación.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del Estudio**

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tegucigalpa a Danlí, Valle de Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. Los tratamientos se elaboraron en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Las evaluaciones sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Finalmente, los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

### **Materias Primas**

Para la elaboración de la pasta se utilizó semolina pasta flour de trigo “Triticum durum” de la marca Bob’s Red Mill, harina de chocho “Lupinus mutabilis” de la marca Ethnisnack, aceite vegetal (palma y soya) y goma xanthan marca Bob’s Red Mill.

### **Determinación de Formulación Teórica**

En el Cuadro 1 se muestra la formulación teórica de los tratamientos (testigo con 100% semolina de trigo, Tratamiento 1 con 70% semolina de trigo y 30% harina de chocho, Tratamiento 2 con 60% semolina de trigo y 40% harina de chocho y Tratamiento 3 con 50% semolina de trigo y 50% harina de chocho). Para determinar la formulación de cada uno de los tratamientos el primer paso fue revisar la composición nutricional de cada ingrediente en la Tabla de composición de alimentos de Centroamérica, de acuerdo con el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP (2018). La determinación de los porcentajes de harina de chocho (30, 40 y 50%), fueron seleccionados por el contenido de proteína que aporta, tomando de los valores de la etiqueta nutricional (Anexo F). Para comprender y conocer el aporte dependiendo del porcentaje de sustitución, se realizó una tabla correspondiente a el control y cada tratamiento (Anexo A – D), donde se muestra la composición y aporte nutricional de los respectivos ingredientes con base al tamaño de porción de 55 g de pasta seca, acorde como lo menciona el Reglamento Técnico Centroamericano en el anexo F (RTCA 67.01.60:10).

## Cuadro 1

### Formulación para pasta con sustitución por harina de chocho

| Ingrediente      | Control (%) | Tratamiento 1 (%)<br>70:30 | Tratamiento 2 (%)<br>60:40 | Tratamiento 3 (%)<br>50:50 |
|------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Semolina         | 65          | 46                         | 37.69                      | 27.92                      |
| Harina de Chocho | 0           | 16                         | 21.73                      | 27.92                      |
| Agua             | 33          | 35.6                       | 38.18                      | 41.76                      |
| Aceite           | 2           | 2                          | 2                          | 2                          |
| Goma Xanthan     | 0           | 0.4                        | 0.4                        | 0.4                        |
| Total            | 100         | 100                        | 100                        | 100                        |

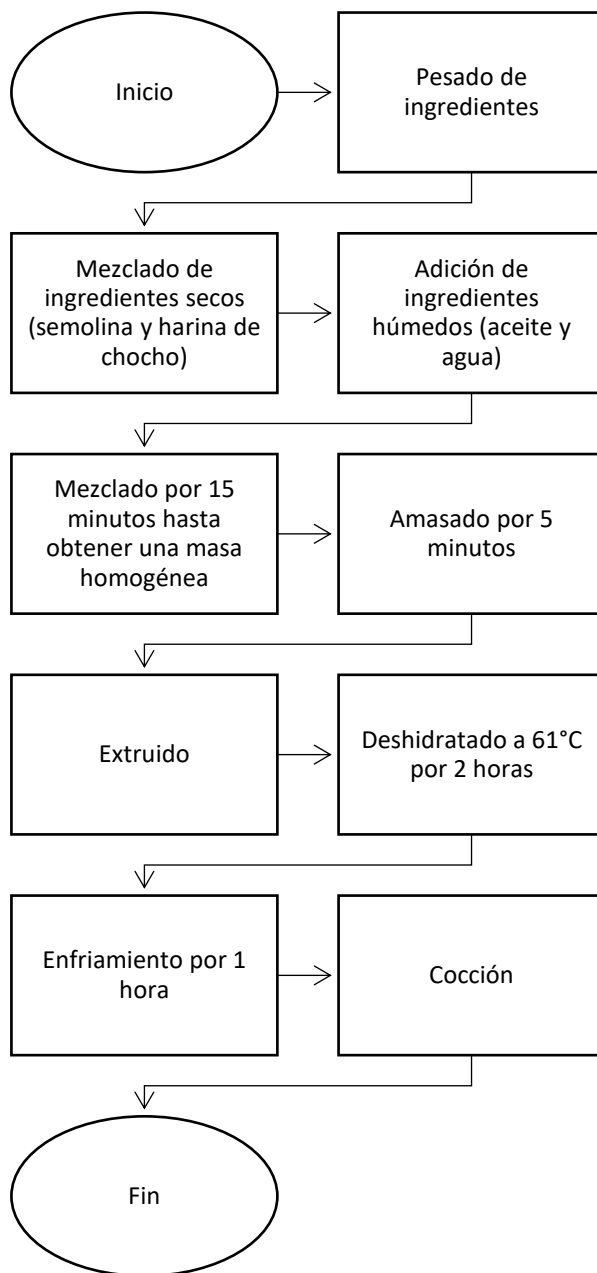
*Nota.* Control (100% semolina de trigo y 0% harina de chocho). Tratamiento 1 (70% semolina de trigo y 30% harina de chocho). Tratamiento 2 (60% semolina de trigo y 40% harina de chocho). Tratamiento 3 (50% semolina de trigo y 50% harina de chocho).

### Elaboración de la Pasta

Para la elaboración de la pasta se siguió el flujo de proceso propuesto por Delgado (2020) ajustado por el autor para fines de investigación, el cual se muestra en la Figura 1. Se colocaron cada uno de los ingredientes en un recipiente y se realizó el pesado de los mismos. Posteriormente, se vertieron los ingredientes secos en el tazón de la batidora KitchenAid y se mezclaron a 72 rpm , después de 1 minuto se agregaron los ingredientes húmedos. Los ingredientes se mezclaron con ayuda del batidor plano, incluido en el equipo (15 minutos, velocidad 2). Después, se realizó el cambio del batidor plano, por el gancho espiral, el cual permitió amasar la mezcla (5 minutos, velocidad 2). A continuación, se realizó el extruido de la pasta con ayuda del equipo Pastaia 2, marca Italvisa utilizando una boquilla tipo caracol para lograr la respectiva forma de la pasta. Para proseguir con la elaboración, se colocó la pasta en las bandejas del deshidratador Excalibur (61 °C durante dos horas). Transcurrido este tiempo, se dejó enfriar la pasta (una hora a temperatura ambiente).

**Figura 1**

Diagrama de flujo de la elaboración de pasta



Nota. Tomado de (Delgado, 2020) ajustado por el autor

### **Análisis Sensorial**

El análisis sensorial se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial, siendo los estudiantes de diferentes años y nacionalidades los panelistas, teniendo un total de 100 panelistas que degustaron los tratamientos presentados en tres repeticiones. Para el estudio se efectuó un análisis sensorial afectivo con una prueba de aceptación, mediante una escala hedónica de 9 puntos, donde; 9: me

gusta extremadamente; 8: me gusta mucho; 7: me gusta moderadamente; 6: me gusta ligeramente; 5: ni me gusta ni me disgusta; 4: disgusta ligeramente; 3: me disgusta moderadamente; 2: me disgusta mucho; 1: me disgusta extremadamente. Los atributos evaluados fueron apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general. Además, se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento, donde se le pidió a cada uno de los panelistas que enumeraran del uno al cuatro las muestras de acuerdo con sus preferencias, siendo 1 la muestra más preferida y 4 la muestra menos preferida.

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Para esta investigación se evaluaron tres tratamientos de pasta con harina de chocho (30, 40 y 50%) y el testigo (100% semolina de trigo), con tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, un análisis de varianza con un nivel de probabilidad del 95%, y una separación de medias Duncan para determinar si existían diferencias significativas en las características sensoriales de los cuatro tratamientos. Se realizó un análisis de correlación entre la aceptación general y los demás atributos evaluados en los tratamientos. Se usó el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.4. Los resultados obtenidos mediante la prueba de ordenamiento por preferencia en el análisis sensorial fueron analizados por medio de la prueba no paramétrica de Basker.

### **Análisis Físicoquímicos**

Los análisis físicoquímicos fueron realizados al control y al tratamiento de mayor aceptación. Los análisis físicos realizados fueron tiempo de cocción, aumento de peso, aumento de volumen, color y textura. Por otro lado, los análisis químicos realizados fueron actividad de agua y proteína cruda.

### **Tiempo de Cocción**

El tiempo de cocción se determinó a través del método oficial AACC 66-50 (1999). Se pesaron 10 g de pasta cruda de cada una de las muestras. Se colocaron 140 mL agua en un recipiente hasta que alcanzó su punto de ebullición (100 °C). Se agregó la muestra de pasta pesada anteriormente, en este punto la ebullición se detiene, el cronómetro comenzó a contar. Para evitar que la pasta se pegue se debe asegurar el movimiento de vez en cuando. Después de un tiempo el agua volvió a hervir, aquí

se mantuvieron las condiciones. Para realizar la prueba de cocción se retiró una porción de la muestra cada 30 segundos transcurridos desde que el agua volvió a ebulir ya con la pasta, la muestra fue comprimida entre dos portaobjetos para comprobar la gelatinización del almidón. Este proceso se realizó hasta que el centro de la muestra desapareció después de haberlo presionado. Una vez que se logró, se registró el tiempo.

### **Aumento de Peso (AP)**

Para realizar el análisis de aumento de peso se utilizó la Ecuación 1. Se cocinaron 10 g de pasta en 140 mL de agua hirviendo, esto durante el tiempo que se determinó en el punto anterior. Una vez transcurrido el tiempo de cocción se procedió a retirar el agua. Para finalizar con el análisis, se pesó la pasta cocida y se realizó el respectivo cálculo.

$$AP = \frac{P_2 - P_1}{P_2} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

AP = Aumento de peso

P1 = Peso de la pasta cruda

P2 = Peso de la pasta cocida

### **Aumento de Volumen (AV)**

El aumento de volumen de las muestras de pasta se determinó mediante la Ecuación 2. Se midió el largo, ancho y grosor de la pasta cruda. Posteriormente, la pasta fue llevada a cocción, se retiró el agua y se procedió a tomar de la misma manera el largo, ancho y grosor. Para culminar, con ayuda de la Ecuación 2 se realizó el cálculo para determinar el aumento de volumen.

$$AV = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

AV = Aumento de volumen

V1 = Volumen de la pasta cruda

V2 = Volumen de la pasta cocida

### **Análisis de Color**

Para este procedimiento se utilizó el método AN 1018.00. Utilizando el equipo Colorflex Hunter Lab en la escala de color  $L^*a^*b^*$ . Donde  $L^*$  indicó la claridad, se midió de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco. El valor  $a^*$  midió el espectro de luz visible de los colores que van de verde a rojo, siendo  $a^*$  (-) verde y  $a^*$  (+) rojo. Por otro lado, el valor  $b^*$  midió los colores del espectro visible que van de azul a amarillo, siendo  $b^*$  (-) azul y  $b^*$  (+) amarillo. El análisis se realizó con el software Hunter Lab Universal versión 4.00. Se pesaron 5 g de cada una de las muestras, estas fueron colocadas en un mortero de porcelana para molerlas, con la finalidad de facilitar y realizar el análisis de manera adecuada.

### **Textura**

El análisis de textura fue realizado con el empleo del texturómetro Brookfield CT3. La prueba realizada fue un Análisis de Perfil de Textura (APT). La pasta se llevó a cocción por el tiempo anteriormente determinado. Por otro lado, el equipo se calibró con un porcentaje de deformación de 25%, una velocidad de 0.5 mm/s y se utilizó la sonda TA3/1000.

### **Actividad de Agua**

Para el análisis de actividad de agua se utilizó el equipo Aqualab, modelo 3TE. El método AOAC 978.18. Se determinaron los pasos a seguir con ayuda del proceso establecido en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Para la calibración del equipo se utilizó el estándar de 0.250 Aw. Se molió la muestra seca y posterior a eso se la colocó en el medidor del equipo, hasta que se obtuvieron los resultados.

### **Proteína Cruda**

El análisis de proteína fue realizado por el método de Kjeldahl, que consiste en calcular el nitrógeno orgánico presente en una muestra, con la ayuda de la digestión con ácido sulfúrico, destilación de amoníaco y titulación con ácido clorhídrico. Se pesó  $1 \text{ g} \pm 0.0050 \text{ g}$  de cada muestra y se procedió con el método oficial AOAC 2001.11. Para el cálculo de porcentaje de nitrógeno se utilizó

la fórmula descrita en la Ecuación 3 y para el cálculo de porcentaje de proteína se utilizó la fórmula descrita en la Ecuación 4.

$$\%N = NHCL \times \frac{Tc}{M} \times \frac{14g}{mol} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

Tc = volumen del ácido utilizado

N = normalidad del ácido clorhídrico estandarizado

M = peso de la muestra

$$\%P = \%N \times 6.25 \quad [4]$$

Para calcular la cantidad de gramos por porción presentes en el producto, se obtiene a partir del porcentaje de proteína descrito en la Ecuación 4.

$$\text{Gramos de proteína} = \frac{\% \text{ Proteína} \times \text{tamaño de porción}}{100} \quad [5]$$

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Para los análisis de las pruebas fisicoquímicas realizadas al tratamiento de mayor aceptación y al control se utilizó un diseño de muestras independientes y el análisis de este diseño se llevó a cabo mediante una prueba T-Student para seis unidades experimentales, dos tratamientos y tres repeticiones. Se utilizó el programa "Statistical Analysis System" (SAS versión 9.4).

## Resultados y Discusión

### Análisis Sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina utilizada en el área de los alimentos que brinda la oportunidad de medir, analizar y comprender los diferentes tipos de atributos hacia los alimentos, estimulando los sentidos táctiles, visuales, olorosos, auditivos y gustativos del ser humano (Liria, 2007). Cabe recalcar que, debido a que un sensorial depende de la percepción de cada persona, los resultados pueden o no variar entre ellos. En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis sensorial realizado a la pasta, con los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general.

### Apariencia y Color

La apariencia y el color afectan la percepción de los demás atributos presentes en un alimento. De acuerdo con (Lawless y Heymann, 2010), el consumidor acostumbra a percibir la calidad de un producto dependiendo de su apariencia y el color que este presenta, por tal motivo, la apariencia y el color son los principales indicadores de la calidad. Además, para los alimentos cocidos el color es un indicador del grado de cocción y depende de este si el consumidor considera que está en el punto correcto o no.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados estadísticos de la aceptación que tuvo la pasta en cuanto a la apariencia y el color. Se puede observar que hay diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el control con respecto a los demás tratamientos. Entre el tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3, no se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Los panelistas puntuaron de acuerdo con la escala hedónica al control más cercano a 7: "Me gusta moderadamente", mientras que los otros tres tratamientos obtuvieron valores más cercanos a 6: "Me gusta ligeramente". Esta diferencia de mayor aceptación a la pasta control puede atribuirse a que el color les era más similar a una pasta convencional que consumen en sus hogares, diferente a los tratamientos con harina de chocho que presentaron un color más amarillento. Color característico de la harina a causa del contenido de grasa y carotenoides (Ortega et al., 2010). También, cabe resaltar que a pesar de que la pasta de los

tratamientos tenía una apariencia similar entre todos, el control es el que mejor forma de tornillo presentó, esto también afectó la percepción de los panelistas y la aceptación, esto pudo deberse a la presencia de gluten en el control, ya que al tener la proteína del gluten brinda y mantiene la forma adecuada de la pasta. Esto coincide con la investigación realizada por (Sánchez, 2015) donde presenta resultados similares en cuanto a la aceptación por apariencia y color, destaca que al sustituir semolina de trigo por harina de quinua disminuye la aceptación por parte de los panelistas, debido a que disminuye la luminosidad de la pasta, igual presentando como la pasta más aceptada la formulación con 0% harina de quinua, esto se le atribuye a que la sustitución por otras harinas afecta la forma, el color, la uniformidad y la textura de la pasta.

### **Olor**

El sentido del olfato es un receptor químico en donde los olores que desprenden cuerpos volátiles ingresan a la nariz y es procesada por el sistema olfativo, permitiéndonos identificar y asociar ciertos olores (Peralta y Rivera, 2014). En el Cuadro 2 se muestran los resultados del atributo olor, se puede apreciar que hubo diferencias significativas del control con respecto a los demás tratamientos, entre los tratamientos no se encontraron diferencias significativas en la aceptación del tributo de olor. El control se mostró como el más aceptado con una valoración de “Me gusta moderadamente”. Como lo menciona (Severiano, 2019), los olores en una evaluación sensorial, muchas veces van de la mano con la familiaridad que sienten las personas. Es fácil identificar el olor de una pasta de semolina de trigo cocida, a diferencia de una pasta con cierto porcentaje de sustitución de un ingrediente desconocido, esta familiarización interfiere y le da cierta ventaja de aceptación al control. Los tratamientos con sustitución de harina de chocho calificados como “Me gusta ligeramente” y se puede atribuir estos resultados al perfil aromático de la harina analizado por (Bader et al., 2009) donde encontró que se caracterizaba por olores particulares a verde hierba, metálico, heno, entre otros. Estos olores pueden estar relacionados con la presencia de alcaloides como la esparteína que es un líquido oleoso con olor débil a anilina (Rodríguez, 2010).

## Sabor

El sentido del gusto es otro de los involucrados en la evaluación sensoria, estas abarcan la percepción de sustancias no volátiles que al ser disueltas en la boca, son detectadas por los receptores del gusto de las papilas gustativas (Román, 2017).

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de aceptación del atributo sabor. Al igual que en los otros atributos evaluados, el control muestra diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) sobre los otros tratamientos, siendo este el más aceptado por los panelistas con una valoración de “Me gusta moderadamente”. Entre los demás tratamientos no se muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), es decir, estadísticamente los 3 tratamientos fueron igual de aceptados, calificados como “Me gusta ligeramente”. Estos resultados se atribuyen al sabor amargo del chocho, debido a la presencia de alcaloides. A pesar de que los granos pasan por un proceso de des amargado para la eliminación de este sabor, queda un pequeño porcentaje que sigue proporcionando amargor al chocho. Se considera que el contenido residual de 0.02% de alcaloides después de haber sido des amargado es el límite que está dentro de lo seguro para el consumo humano (Tapia y Fries, 2007).

## Textura

La textura es una propiedad sensorial de los alimentos, la cual es detectada por el tacto, la vista y el oído y se hace presente cuando el alimento sufre una deformación (Picallo, 2009). El análisis sensorial de textura es un aspecto que involucra todos los sentidos del ser humano.

El cuadro 2 presenta los resultados percibidos por los panelistas en el atributo de textura. El control (pasta 100% trigo) fue el que obtuvo una mayor aceptación “Me gusta moderadamente”, presentando diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en relación con los demás tratamientos. Por otro lado, se observa que los tratamientos 1 y 2 no muestran diferencias significativas, esto quiere decir que ambos son aceptados por igual valorados como “Me gusta ligeramente”, a pesar de tener diferente porcentaje de sustitución con harina de chocho. A diferencia de los demás atributos, en contenido de harina de chocho si afectó la aceptación de la pasta en el parámetro de textura en el último tratamiento con 50% de harina de chocho obtuvo una valoración

de “Ni me gustas, ni me disgusta”. Esta disminución en la aceptación de textura se debe a que mientras mayor es el porcentaje de sustitución con harina de chocho, el contenido de gluten que aporta ciertas características texturales disminuye, debido a que este no se encuentra presente en la harina de chocho. El gluten es un material vítreo cuando está seco y a medida que se le adiciona agua forma un material gomoso y elástico, estas propiedades son fundamentales para encapsular el almidón en la pasta y mantener una estructura deseada después de la cocción (Flores et al., 2017). Estos resultados coinciden con la investigación realizada por (Lara y Bustos, 2022) donde coinciden que la galleta con mayor contenido de harina de chocho fue la que tuvo menor aceptación, de igual manera influenciada por el bajo contenido de gluten, que le quita estructura al alimento.

### Aceptación General

En cuanto a la aceptación general de la pasta, el control presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo el más aceptado “Me gusta moderadamente”. Esto se ve reflejado por todos los atributos anteriormente evaluados, en donde la aceptación por la pasta control predominó en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado, los resultados del cuadro 2 muestra que no hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los demás tratamientos evaluados como “Me gusta ligeramente”, a pesar de tener un aumento gradual en el porcentaje de harina de chocho y de que la textura se vio afectada en el tratamiento 3, los panelistas las aceptaron por igual.

### Cuadro 2

#### Resultados de análisis sensorial de pasta con sustitución por harina de chocho

| Tratamiento   | Apariencia                   | Color                        | Olor                         | Sabor                        | Textura                      | Aceptación General           |
|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|               | Media $\pm$ D.E.             | Media $\pm$ D.E.             | Media $\pm$ D.E.             | Media $\pm$ D.E.             | Media $\pm$ D.E.             | Media $\pm$ D.E.             |
| Control       | 6.75 $\pm$ 1.73 <sup>A</sup> | 6.91 $\pm$ 1.55 <sup>A</sup> | 6.82 $\pm$ 1.43 <sup>A</sup> | 7.22 $\pm$ 1.58 <sup>A</sup> | 7.10 $\pm$ 1.59 <sup>A</sup> | 7.26 $\pm$ 1.32 <sup>A</sup> |
| Tratamiento 1 | 6.19 $\pm$ 1.51 <sup>B</sup> | 6.55 $\pm$ 1.52 <sup>B</sup> | 6.40 $\pm$ 1.40 <sup>B</sup> | 5.99 $\pm$ 1.82 <sup>B</sup> | 5.88 $\pm$ 1.83 <sup>B</sup> | 6.15 $\pm$ 1.50 <sup>B</sup> |
| Tratamiento 2 | 5.93 $\pm$ 1.63 <sup>B</sup> | 6.32 $\pm$ 1.63 <sup>B</sup> | 6.17 $\pm$ 1.44 <sup>B</sup> | 6.03 $\pm$ 1.76 <sup>B</sup> | 5.93 $\pm$ 1.87 <sup>B</sup> | 6.23 $\pm$ 1.43 <sup>B</sup> |
| Tratamiento 3 | 6.08 $\pm$ 1.63 <sup>B</sup> | 6.23 $\pm$ 1.65 <sup>B</sup> | 6.31 $\pm$ 1.42 <sup>B</sup> | 5.72 $\pm$ 1.85 <sup>B</sup> | 5.40 $\pm$ 2.02 <sup>C</sup> | 6.01 $\pm$ 1.54 <sup>B</sup> |
| CV%           | 19.34                        | 17.5                         | 14.38                        | 21.28                        | 22.31                        | 16.47                        |

Nota. Medias con letras mayúsculas diferentes (<sup>A-B</sup>) en cada columna son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ). D.E.: desviación estándar.

C.V.%: porcentaje de coeficiente de variación. Escala hedónica de 9 puntos donde 1: me disgusta extremadamente y 9: me gusta extremadamente. Control (0% harina de chocho). Tratamiento 1 (30% harina de chocho). Tratamiento 2 (40% harina de chocho). Tratamiento 3 (50% harina de chocho).

### Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la prueba sensorial de preferencia por ordenamiento. Esta prueba nos permite detectar cuál de los cuatro tratamientos es el preferido y si hubiera diferencias (valor crítico  $> |46.9|$ ) permite identificar el orden en el que los panelistas prefirieron la pasta.

Para la interpretación de estos resultados podemos notar que el control es el más preferido y mostró ser diferente en preferencia a los tratamientos. Entre el Tratamiento 1, Tratamiento 2 y Tratamiento 3, no hay diferencias de preferencia, por lo tanto, los panelistas no mostraron una preferencia marcada por ninguno de los tratamientos mencionados.

### Cuadro 3

*Resultados de prueba de preferencia por ordenamiento para pasta con sustitución por harina de chocho*

| Tratamiento   | Tratamiento        | Control | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|---------------|--------------------|---------|---------------|---------------|---------------|
|               | Suma de Categorías | 162     | 263           | 270           | 305           |
| Control       | 162                | 0       | 101           | 108           | 143           |
| Tratamiento 1 | 263                | -101    | 0             | 7             | 42            |
| Tratamiento 2 | 270                | -108    | -7            | 0             | 35            |
| Tratamiento 3 | 305                | -143    | -42           | -35           | 0             |

*Nota.* Control (0% harina de chocho). Tratamiento 1 (30% harina de chocho). Tratamiento 2 (40% harina de chocho). Tratamiento 3 (50% harina de chocho). Valor crítico 46.9.

### Análisis de Correlación

Los resultados de análisis de correlación de cada uno de los atributos con respecto a la aceptación general se muestran en el Cuadro 4, en el cual, se observan correlaciones significativas ( $P < 0.05$ ). Los resultados de correlación indican que los atributos de apariencia, color, olor, y textura presentaron una correlación media positiva, manteniéndose entre 0.50 y 0.79, esto quiere decir que, estos atributos influyeron de manera media para que los panelistas puntuaran la aceptación general. Por otro lado, el atributo de sabor presentó una correlación alta positiva ( $\geq 0.80$ ), lo cual indica que el sabor fue de mucha importancia para los panelistas y de tal manera influencia la aceptación de un tratamiento sobre otro.

#### Cuadro 4

*Resultados de análisis de correlación de cada atributo de los tratamientos con la aceptación general para pasta con sustitución por harina de chocho*

|                    | Apariencia | Color   | Olor    | Sabor   | Textura |
|--------------------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Aceptación General | 0.59117    | 0.57535 | 0.61968 | 0.81977 | 0.77440 |
|                    | <.0001     | <.0001  | <.0001  | <.0001  | <.0001  |

#### Análisis Físicoquímicos

Se seleccionó el Tratamiento 2 pasta con 40% de sustitución de harina de chocho para continuar con los análisis físicoquímicos debido a que entre los tres tratamientos con sustitución fue más aceptado que el tratamiento 3 e igual aceptado que el tratamiento 1, el tratamiento 2 presenta mayor porcentaje de sustitución.

Los análisis físicos realizados a la pasta son tiempo de cocción, aumento de peso y volumen, color y textura; y los análisis químicos son actividad de agua y proteína cruda.

#### Tiempo de Cocción

El tiempo de cocción de las pastas alimenticias es un parámetro físico sumamente importante, ya que, de esto depende la textura y consistencia que tendrá el comprador al momento de consumir la pasta. En términos de cocción para una pasta alimenticia todos conocemos el término “al dente”, este es un término que los italianos usan con el significado de “al diente”. Una pasta cocida hasta este punto, quiere decir que tiene la textura perfecta, que es suave, pero aún se siente una ligera resistencia a la primera mordida, no queremos brindarle al consumidor una pasta muy blanda o que se deshaga. Una investigación realizada por (Vivanco et al., 2018) menciona que se ha reportado que el tiempo cocción para pastas oscila entre 10 y 12 minutos. Sin embargo, esto va a variar dependiendo de los ingredientes de la pasta elaborada, ya que, en la mayoría de las pastas comerciales, reportan que el tiempo óptimo de cocción en pastas cortas es de aproximadamente 7 minutos.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados reportados de tiempo de cocción. Podemos notar que hay diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el control y el tratamiento con 40% de harina de chocho. El tiempo de cocción de la pasta control se asemeja al tiempo que reportan las marcas

comerciales, siendo el resultado 6 minutos con 26 segundos. Por otro lado, el tiempo de cocción disminuye al sustituir la semolina de trigo por harina de chocho. De acuerdo con (Salazar y Ocaña, 2019) en una investigación dirigida al contenido de almidón de cultivos andinos como el chocho, mostró pequeñas cantidades de almidón, en comparación con el trigo. Por otro lado, el contenido de almidón presente en el trigo es del 74%. Estudios demuestran que la presencia de gluten incrementa el tiempo de cocción para las pastas alimenticias (Noni y Pagani, 2010). Además, el contenido de almidón que se encuentra en la pasta disminuye a medida que se hace la sustitución (Vasiliu y Navas, 2009).

### Cuadro 5

*Resultado de tiempo de cocción de la pasta con sustitución por harina de chocho*

| Tratamiento   | T.C. (min)       |
|---------------|------------------|
|               | Media $\pm$ D.E. |
| Control       | 6.26 $\pm$ 0.04  |
| Tratamiento 2 | 4.08 $\pm$ 0.04  |
| Probabilidad  | <.0001           |

*Nota.* T.C. (tiempo de cocción). Tratamiento 2 (40% harina de chocho). D.E. (desviación estándar).

### Aumento de Peso y Aumento de Volumen

El aumento de peso es otro factor físico que indica la calidad de la pasta, este se considera en un rango adecuado cuando el aumento de peso es aproximadamente el doble que el peso original, en ese caso, se considera alta la calidad de la pasta, lo mismo se espera del incremento de volumen (Casagrandi et al., 1999). En el Cuadro 6 se observan los resultados de aumento de peso y aumento de volumen. Se muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el control y el tratamiento con 40% de harina de chocho. El control duplicó tanto su peso, como su volumen, sin embargo, aunque sí existieron diferencias significativas entre ambos resultados, podemos ver que el tratamiento que contiene harina de chocho, no se aleja mucho del doble de su peso alcanzando un 48%. El incremento de peso es proporcional al aumento de volumen. El aumento de peso y volumen está relacionado con la capacidad de absorción de agua de la pasta. Los resultados reflejan que efectivamente al sustituir la semolina de trigo por la harina de chocho, disminuye la absorción del agua y por ende el porcentaje de hinchamiento de la pasta. Este resultado puede atribuirse a que mientras mayor es el porcentaje

de sustitución se necesita menor cantidad de agua para hidratar la pasta y provocar la gelatinización, porque va disminuyendo el contenido de almidón, por tal motivo hay un menor incremento en peso y volumen. Estos resultados concuerdan con (Valle, 2019) al realizar una pasta con sustitución por harina de arroz y frijol presenta una disminución en el aumento de peso y volumen, atribuyendo que el contenido de fibra y proteína puede variar y afecta la ganancia de agua que tiene la pasta.

### Cuadro 6

*Resultados de aumento de peso y aumento de volumen de la pasta con sustitución por harina de chocho*

| Tratamiento   | A.P. (%)         | A.V. (%)         |
|---------------|------------------|------------------|
|               | Media $\pm$ D.E. | Media $\pm$ D.E. |
| Control       | 50.10 $\pm$ 0.10 | 51.16 $\pm$ 0.58 |
| Tratamiento 2 | 48.20 $\pm$ 0.83 | 47.91 $\pm$ 0.47 |
| Probabilidad  | 0.0002           | <.0001           |

*Nota.* A.P. (aumento de peso). A.V. (aumento de volumen). Tratamiento 2 (40% harina de chocho). D.E. (desviación estándar).

### Color

El color es uno de los factores más influyentes al momento de que los consumidores realizan una compra. El análisis de color se divide en la escala L\*, a\* y b\*, donde L\* quiere decir que tanta luminosidad presenta la muestra entre 0 y 100, por otro lado, el valor a\* puede ser positivo hacia rojo o negativo hacia verde y finalmente el valor b\* positivo demuestra que tiene más hacia amarillo y un valor negativo que tiende más hacia azul (Rettig y Ah-Hen, 2014).

El Cuadro 7 presenta los resultados de ambas muestras, dando a notar que hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en cada una de las escalas entre el control y el tratamiento. En la escala L\* se observa el control presenta valores más altos de luminosidad comparado con el tratamiento 2 que tiene 40% de harina de chocho y esta reduce la luminosidad de la pasta. Por el contrario, en las escalas a\* y b\* es el tratamiento 2 el que presenta valores mayores que el control. Aunque no hay estudios que indiquen el color característico de la pasta con sustitución por harina de chocho, estos resultados pueden deberse a que la harina de chocho tiene un color más amarillento. De acuerdo con (Apunte et al., 2013) caracterizaron el color del chocho como "amarillo claro". Este color se debe a la presencia de carotenoides como la luteína y zeaxantina que se encuentran en la leguminosa y le brindan un color

característico (Córdova, 2020). Un estudio realizado por (Pantoja y Prieto, 2014) muestra que a mayor sustitución por harina de quinua y chocho la luminosidad disminuye y aunque no se reduce tanto como en este estudio, por la presencia de harina de quinua, no solo chocho. El cambio de color en la pasta se le atribuye a la mezcla de colores que se da entre la semolina de trigo y la harina de chocho, intensificando el color amarillo. En general, es totalmente común que la sustitución de semolina por cualquier otro tipo de harina tenga un efecto negativo en el color característicos de las pastas alimenticias (Rayas-Duarte et al., 1996).

### Cuadro 7

*Resultado de análisis de color de la pasta cruda con sustitución por harina de chocho*

| Tratamiento   | L*               | a*               | b*               |
|---------------|------------------|------------------|------------------|
|               | Media $\pm$ D.E. | Media $\pm$ D.E. | Media $\pm$ D.E. |
| Control       | 87.38 $\pm$ 0.83 | 1.09 $\pm$ 0.17  | 21.03 $\pm$ 1.01 |
| Tratamiento 2 | 78.85 $\pm$ 0.66 | 2.79 $\pm$ 0.17  | 26.25 $\pm$ 0.13 |
| Probabilidad  | <.0001           | <.0001           | <.0001           |

*Nota.* Tratamiento 2 (40% harina de chocho). D.E.: desviación estándar. L\*: luminosidad, a\*: rojo a verde, b\*: amarillo a azul.

### Textura

En el Cuadro 8 se muestran los resultados de dureza, adhesividad y cohesividad, se evidencia que hay diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) del control versus el tratamiento con 40% de harina de chocho. El descenso de los tres parámetros de textura analizados del tratamiento 2, puede deberse a la ausencia de gluten en la harina de chocho, debido a que, el gluten es el responsable de crear una red resistente que brinda dureza a la pasta. La dureza es la resistencia que presenta la pasta a la deformación al aplicar fuerza, la adhesividad representa la fuerza con la que se adhiere la pasta a alguna superficie y por último la cohesividad indica la fuerza de la estructura interna que mantiene la pasta (Szczeniak y Ilker, 1988). Para mejorar la textura en pastas con sustituciones es común adicionar gomas y emulsificantes que pueden actuar parcialmente como gluten, sin embargo, no siempre es posible cumplir con el objetivo (Marti y Pagani, 2013). Se logra reflejar en los resultados que a pesar de haber añadido goma xanthan a las formulaciones con harina de chocho, los atributos de textura disminuyeron, creando una pasta más débil en comparación con el control de 100% semolina de trigo. (González, 2018) en su investigación también muestra en sus resultados una disminución en la firmeza

de la pasta al adicionar harina de frijol. Una pasta cocida de buena calidad presenta la característica de mantener una buena textura, es resistente a la desintegración y a la pegajosidad, conservando siempre la estructura “al dente” (Hwang et al., 2022).

### Cuadro 8

*Resultado de perfil de textura de la pasta cocida con sustitución por harina de chocho*

| Tratamiento   | Dureza (N)       | Adhesividad (mJ) | Cohesividad      |
|---------------|------------------|------------------|------------------|
|               | Media $\pm$ D.E. | Media $\pm$ D.E. | Media $\pm$ D.E. |
| Control       | 1.22 $\pm$ 0.28  | 0.19 $\pm$ 0.04  | 0.23 $\pm$ 0.06  |
| Tratamiento 2 | 0.41 $\pm$ 0.05  | 0.05 $\pm$ 0.04  | 0.11 $\pm$ 0.05  |
| Probabilidad  | <.0001           | 0.0002           | 0.0035           |

*Nota.* Tratamiento 2 (40% harina de chocho). D.E. (desviación estándar).

### Actividad de Agua

Se puede definir la actividad de agua como la cantidad de agua disponible en el alimento para interactuar con el ambiente. En la industria alimentaria es de sumo interés tener valores bajos de actividad de agua, debido a que, es un factor determinante de la vida útil del producto y su tiempo de conservación. La actividad de agua es responsable de reacciones químicas y bioquímicas que se puedan desencadenar, las cuales deterioran el alimento cambiando su textura, esto ocurre a valores superiores de 0.6, por tal motivo, se debe manejar una actividad de agua inferior a esto por medio de métodos de deshidratación, una actividad de agua  $< 0.6$  asegura que los microorganismos no se proliferen (Cardona, 2019).

El rango de actividad de agua en pastas alimenticias secas, oscila entre 0.30 y 0.60 (Food Safety Authority of Ireland, 2017). En el Cuadro 9 se observan los resultados obtenidos del análisis de actividad de agua, no se muestran diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) y se cumple con el rango establecido, tanto en el control, como el tratamiento con 40% de harina de chocho.

## Cuadro 9

*Resultado de análisis de actividad de agua de la pasta cruda con sustitución por harina de chocho*

| Tratamiento   | Actividad de Agua |
|---------------|-------------------|
|               | Media $\pm$ D.E.  |
| Control       | 0.42 $\pm$ 0.02   |
| Tratamiento 2 | 0.43 $\pm$ 0.00   |
| Probabilidad  | 0.3020            |

*Nota.* Tratamiento 2 (40% harina de chocho). D.E. (desviación estándar).

### Proteína Cruda

La sustitución por harinas provenientes de leguminosas que permitan mejorar el valor nutritivo es un tema que está tomando fuerza cada día más. El contenido de proteína cruda en leguminosas de buena calidad es superior al 20% (Wattiaux, 1998). Aunque el ingrediente principal de las pastas (semolina de trigo) aporta proteína, este macronutriente se puede potenciar haciendo uso de la Harina de chocho. El chocho, un grano andino, contiene alto porcentaje de proteínas (42 a 51%), convirtiéndose así en una excelente fuente nutritiva (Apunte y León, 2013).

El Cuadro 10 resalta que en este estudio hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el control y el tratamiento con 40% harina de chocho. Se evidencia que el tratamiento 2 duplicó el contenido de proteína en comparación con el control. Este resultado confirma lo mencionado en el estudio de (Ponce, 2015), donde de la misma manera los fideos con harina de chocho obtuvieron 10% de proteína más que los fideos donde no hubo sustitución. Los resultados reportan que el control tiene 13.22% (7.27 g) de proteína por porción, esto equivale al 15% de Valor de Referencia de Nutriente (VRN). De acuerdo con el Reglamento Técnico Centro Americano (RTCA 67.01.60:10) del Anexo E, el control de la pasta se puede considerar fuente de proteína, ya que contiene no menos del 10% de VRN por porción. Por otro lado, el tratamiento con sustitución por harina de chocho contiene 26.75% (14.16 g) de proteína por porción, equivalente al 28% de VRN, se considera excelente fuente de proteína, esto se debe a que contiene dos veces los valores requeridos para fuente.

**Cuadro 10**

*Resultado de análisis de proteína cruda de la pasta con sustitución por harina de chocho*

| Tratamiento   | Proteína cruda (%) |
|---------------|--------------------|
|               | Media $\pm$ D.E.   |
| Control       | 13.22 $\pm$ 0.15   |
| Tratamiento 2 | 26.75 $\pm$ 0.09   |
| Probabilidad  | <.0001             |

*Nota.* Tratamiento 2 (40% harina de chocho). D.E. (desviación estándar).

### Conclusiones

La Pasta con sustitución del 30 ,40 y 50% de harina de chocho mostraron la misma aceptación general, sin embargo, la adición de harina de chocho redujo la aceptación de todos los atributos. Además, el sabor resultó ser el atributo de mayor influencia en la aceptación general de la pasta.

La adición de 40% harina de chocho a la formulación de la pasta influyó en las propiedades físicas de la misma, disminuyendo el tiempo de cocción en 2 minutos, aumentando el peso en 3%, y el volumen en 6%. Asimismo, las pastas con 40% de sustitución de harina de chocho presentó una menor dureza, adhesividad y cohesividad en comparación con la pasta 100% semolina de trigo. Además, la adición de la harina de chocho reduce la luminosidad e incrementa los valores a\* y b\* en la pasta.

La pasta con sustitución del 40% de harina de chocho es considerado excelente fuente de proteína de acuerdo con el RTCA 67.01.60:10. 2012.

### **Recomendaciones**

Realizar un análisis proximal de la pasta con 40% de sustitución de harina de chocho para lograr reportar y corroborar el gran aporte nutricional como rico en fibra de la harina de chocho expuesto en la etiqueta nutricional teórica.

Realizar modificaciones en la formulación agregando otro ingrediente como goma guar o almidón de maíz que permita mejorar la red elástica y tener las características similares a las que brinda el gluten, para lograr mejorar la textura de la pasta.

Incorporar la harina de chocho a productos alimenticios de panificación o bebidas y valorar su aporte nutricional y aceptación sensorial.

## Referencias

- Alomaliza, J. (2021). *Leguminosas como sustituto de trigo en la industria de las pastas* [Proyecto de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15540>
- Apunte, G. y León, G. (2013). *Utilización de Harina de Chocho (Lupinus mutabilis sweet) en la Elaboración de Pan* [Proyecto de pregrado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24553/1/Utilizacion%20de%20harina%20de%20chocho%20en%20la%20elaboracion%20de%20pan.pdf>
- Apunte, G., León, G. y Cornejo, F. (2013). Utilización de harina de chocho (lupinus mutabilis sweet) en la elaboración de pan. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24553>
- Bader, S., Czerny, M., Eisner, P. y Buettner, A. (2009). Characterisation of odour-active compounds in lupin flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(14), 2421–2427. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3739>
- Cardona, F. (2019). *Actividad de agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/handle/10251/121948>
- Casagrandi, D., Canniatti-Brazaca, S., Salgado, J., Pizzinato, A. y Novaes, N. (1999). Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. *Revista De Nutrição*, 12(2), 137–143. <https://doi.org/10.1590/S1415-52731999000200003>
- Córdova, J. (2020). *Componentes de valor nutricional y proteico antes y después de la extrusión y secado de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) desamargado* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4468>
- Delgado, D. (2020). *Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (Brassica oleraceae var. italica)* [Trabajo de titulación]. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6504>
- Díaz, I. (2017). Pastas Alimenticias. *Distribución Y Consumo*, 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5997207>
- Flores, V., Güemes, N., Quintero, L. y Piloni, J. (2017). La sustitución parcial o total de sémola de trigo en las pastas y su valor nutricional. *Boletín De Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 3(6). <https://doi.org/10.29057/icap.v3i6.2450>
- Food Safety Authority of Ireland (2017). *Validation of product shelf-life Irlanda*. Irlanda. [https://www.fsai.ie/publications\\_gn18\\_shelf-life/](https://www.fsai.ie/publications_gn18_shelf-life/)
- González, Y. (2018). *Desarrollo de pastas alimenticias tipo caracol a base de harina de maíz nixtamalizado (Zea mays) y de frijol Honduras Nutritivo (Phaseolus vulgaris)* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/43d8dc97-1d17-4602-989d-8726d71b6795>
- Hwang, J., Ha, J., Siu, R., Kim, Y. S. y Tawfick, S. (2022). Science AI dente: Elastocapillarity and Swelling of Cooked Pasta. *APS March Meeting Abstracts*, 2022, B26.004. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022APS.MARB26004H/abstract>

- Lara, P. y Bustos, B. (2022). *Desarrollo de galletas y barras nutricionales con chocho (Lupinus mutabilis)* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/56c562b8-4ec2-4247-8852-f81706dc2674>
- Lawless, H. T. y Heymann, H. (Eds.). (2010). *Food science text series. Sensory evaluation of food: Principles and practices* (2. ed.). Springer.
- Liria, M. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. Instituto de Investigación Nutricional.
- Marti, A. y Pagani, M. (2013). What can play the role of gluten in gluten free pasta? *Trends in Food Science & Technology*, 31, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.001>
- Mena, M. (2022). *Día mundial de la pasta*. Statista. <https://es.statista.com/grafico/23282/porcentaje-de-encuestados-que-afirman-consumir-pasta-regularmente/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2013). *INIAP investigó propiedades nutritivas del chocho, alternativa para una mejor alimentación*. <https://www.agricultura.gob.ec/iniap-investigo-propiedades-nutritivas-del-chocho-alternativa-para-una-mejor-alimentacion/>
- Noni, I. de y Pagani, M. A. (2010). Cooking properties and heat damage of dried pasta as influenced by raw material characteristics and processing conditions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(5), 465–472. <https://doi.org/10.1080/10408390802437154>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014). Por qué la malnutrición es importante. <https://www.fao.org/3/as603s/as603s.pdf> (Segunda Conferencia Internacional sobre Nutrición).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016). Simposio Regional del chocho o tarwi (Lupinus mutabilis). <https://www.fao.org/americas/eventos/ver/es/c/451018/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021a). Beneficios nutricionales de las legumbres. <https://www.fao.org/3/i5384s/i5384S.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021b). Las legumbres contribuyen a la seguridad alimentaria. <https://www.fao.org/3/i5387s/i5387S.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (2021). Malnutrición. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
- Ortega, D., Rodríguez, A. y Zamora, A. (2010). Caracterización de semillas de lupino (Lupinus mutabilis) sembrado en los Andes de Colombia. *Revistas Unal*, 59(1), 111–118. [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/issue/view/1464](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/issue/view/1464)
- Pantoja, L. y Prieto, G. (2014). *Evaluación tecnológica y sensorial de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Santa, Perú. <https://core.ac.uk/download/pdf/225484983.pdf>
- Peralta, R. y Rivera, J. (2014). *Química del olor*. Universidad de Veracruz, México. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/48509/029-CYL-0814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, R. y Sánchez, D. (2023). *Determinación del perfil lipídico en harinas de chocho (Lupinus mutabilis sweet) y melloco blanco (Ullucus tuberosus) para establecer el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37958>

- Picallo, A. (2009). *Análisis sensorial de los alimentos: El imperio de los sentidos* (N° 46).
- Ponce, M. (2015). *Fideos con harina de chocho: Un estudio demuestra la ganancia en contenido nutricional de una pasta alimenticia y la conservación de sus propiedades, al sustituir parte de la sémola de trigo por harina de chocho* [Tesis de pregrado]. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. <https://api.core.ac.uk/oai/oai:repositorio.usfq.edu.ec:23000/5615>
- Rayas-Duarte, P., Mock, M. y Satterlee, L. (1996). Quality of Spaghetti Containing Buckwheat, Amaranth, and Lupin Flours. *American Association of Cereal Chemists*, 73(3). [https://www.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1996/Documents/73\\_381.pdf](https://www.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1996/Documents/73_381.pdf)
- Rettig, M. y Ah-Hen, K. (2014). *El color en los alimentos un criterio de calidad medible* (2) [Universidad Austral de Chile, Chile]. CrossRef.
- Rodríguez, A. (2010). *Evaluación in vitro de la Actividad Antimicrobiana de los Alcaloides del Agua de Cocción del Proceso de Desamargado del Chocho (Lupinus mutabilis Sweet)* [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/219>
- Román, Y. (2017). *Evaluación sensorial de frutos de papaya (Carica papaya Linnaeus)* [Tesis de pregrado], México. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/376>
- Salazar, D. y Ocaña, I. (2019). *Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30002>
- Sánchez, F. (2015). *Evaluación del efecto de harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en calidad de cocción y aceptabilidad de pastas alimenticias* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1257>
- Severiano, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *INTER DISCIPLINA*, 7(19), 47. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Szczesniak, A. y Ilker, R. (1988). THE MEANING OF TEXTURAL CHARACTERISTICS -JUICINESS IN PLANT FOODSTUFFS. *Journal of Texture Studies*, 19(1), 61–78. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1988.tb00925.x>
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*. Millenium Digital.
- Umaña, J., Álvarez, C., Lopera, S. y Gallardo, C. (2013). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten, 22(29). <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/230/223>
- Valle, O. (2019). *Desarrollo de una pasta corta a partir de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (Phaseolus vulgaris L.) y arroz (Oryza sativa)* [Tesis Universitaria]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6713/1/AGI-2019-T059.pdf>
- Vasiliiu, M. y Navas, P. (2009). Propiedades de cocción, físicas y sensoriales de una pasta tipo fetuchine elaborada con sémola de trigo durum y harina deshidratada de cebollín (*Allilum fistulosum* L.). *Saber*, 21(1), 70–76. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739438010.pdf>
- Vivanco, E., Martínez, E., Farías, M., Martínez, D., Zaragocín, R., Mackliff, C. y Sánchez, J. (2018). Cocción de pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo y almidón de frutipan (*Artocarús altilis*). *Talentos*, 12, 12–16. <https://doi.org/10.33789/talentos.5.79>

Wattiaux, M. (1998). *Nutrición y alimentación: Composición y análisis de alimentos*.  
[http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/2momento\\_alimentacionanimal\\_mariabelalcazar/composicion\\_y\\_analisis\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/2momento_alimentacionanimal_mariabelalcazar/composicion_y_analisis_de_los_alimentos.pdf)

## Anexos

### Anexo A

#### *Composición nutricional de la pasta control*

| Control, 55 gr                | Sémola de trigo | Harina de chocho | Aceite vegetal | Total   |
|-------------------------------|-----------------|------------------|----------------|---------|
| Energía (kcal)                | 146.52          | 0.00             | 12.155         | 158.675 |
| Grasa total (g)               | 0.4292          | 0.00             | 1.375          | 1.8042  |
| Ácidos grasos monoinsaturados | 0.0444          | 0.00             | 0.87           | 0.9144  |
| Ácidos grasos polinsaturados  | 0.185           | 0.00             | 0.38675        | 0.57175 |
| Ácidos grasos saturados       | 0.0592          | 0.00             | 0.10125        | 0.16045 |
| Colesterol (mg)               | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00    |
| Sodio (mg)                    | 0.407           | 0.00             | 0.00           | 0.407   |
| Carbohidratos totales         | 29.6            | 0.00             | 0.00           | 29.6    |
| Fibra dietética (g)           | 1.591           | 0.00             | 0.00           | 1.591   |
| Azúcares totales              | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00    |
| Proteína (g)                  | 5.1652          | 0.00             | 0.00           | 5.1652  |

### Anexo B

#### *Composición nutricional de tratamiento 1 con 30% de harina de chocho*

| Tratamiento 1, 55 gr          | Sémola de trigo | Harina de chocho | Aceite vegetal | Total     |
|-------------------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------|
| Energía (kcal)                | 102.564         | 53.38606         | 12.155         | 168.10506 |
| Grasa total (g)               | 0.30044         | 2.66812          | 1.375          | 4.34356   |
| Ácidos grasos monoinsaturados | 0.03108         | 1.33406          | 0.87           | 2.23514   |
| Ácidos grasos polinsaturados  | 0.1295          | 0.00             | 0.38675        | 0.51625   |
| Ácidos grasos saturados       | 0.04144         | 1.33406          | 0.10125        | 1.47675   |
| Colesterol (mg)               | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00      |
| Sodio (mg)                    | 0.2849          | 6.67212          | 0.00           | 6.95702   |
| Carbohidratos totales         | 20.72           | 2.002            | 0.00           | 22.722    |
| Fibra dietética (g)           | 1.1137          | 5.33806          | 0.00           | 6.45176   |
| Azúcares totales              | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00      |
| Proteína (g)                  | 3.61564         | 5.33806          | 0.00           | 8.9537    |

### Anexo C

#### *Composición nutricional del tratamiento 2 con 40% de harina de chocho*

| Tratamiento 2, 55 gr          | Sémola de trigo | Harina de chocho | Aceite vegetal | Total     |
|-------------------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------|
| Energía (kcal)                | 87.912          | 75.09248         | 12.155         | 175.15948 |
| Grasa total (g)               | 0.25752         | 3.75296          | 1.375          | 5.38548   |
| Ácidos grasos monoinsaturados | 0.02664         | 1.87648          | 0.87           | 2.77312   |
| Ácidos grasos polinsaturados  | 0.111           | 0.00             | 0.38675        | 0.49775   |
| Ácidos grasos saturados       | 0.03552         | 1.87648          | 0.10125        | 2.01325   |
| Colesterol (mg)               | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00      |
| Sodio (mg)                    | 0.2442          | 9.38496          | 0.00           | 9.62916   |
| Carbohidratos totales         | 17.76           | 2.816            | 0.00           | 20.576    |
| Fibra dietética (g)           | 0.9546          | 7.50848          | 0.00           | 8.46308   |
| Azúcares totales              | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00      |
| Proteína (g)                  | 3.09912         | 7.50848          | 0.00           | 10.6076   |

### Anexo D

#### *Composición nutricional del tratamiento 3 con 50% de harina de chocho*

| Tratamiento 3, 55 gr          | Sémola de trigo | Harina de chocho | Aceite vegetal | Total    |
|-------------------------------|-----------------|------------------|----------------|----------|
| Energía (kcal)                | 73.26           | 108.5321         | 12.155         | 193.9471 |
| Grasa total (g)               | 0.2146          | 5.4242           | 1.375          | 7.0138   |
| Ácidos grasos monoinsaturados | 0.0222          | 2.7121           | 0.87           | 3.6043   |
| Ácidos grasos polinsaturados  | 0.0925          | 0.00             | 0.38675        | 0.47925  |
| Ácidos grasos saturados       | 0.0296          | 2.7121           | 0.10125        | 2.84295  |
| Colesterol (mg)               | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00     |
| Sodio (mg)                    | 0.2035          | 13.5642          | 0.00           | 13.7677  |
| Carbohidratos totales         | 14.8            | 4.07             | 0.00           | 18.87    |
| Fibra dietética (g)           | 0.7955          | 10.8521          | 0.00           | 11.6476  |
| Azúcares totales              | 0.00            | 0.00             | 0.00           | 0.00     |
| Proteína (g)                  | 2.5826          | 10.8521          | 0.00           | 13.4347  |

## Anexo E

*Etiqueta nutricional de sémola de trigo de Bobs's Red Mill*

| <b>Nutrition Facts</b>   |                               |
|--|-------------------------------|
| About 15 servings per container  |                               |
| <b>Serving size</b>  | <b>1/4 cup (45g)</b>          |
| <b>Amount per serving</b>  |                               |
| <b>Calories</b>  | <b>160</b>                    |
|  | <small>% Daily Value*</small> |
| <b>Total Fat</b> 1g  | <b>1%</b>                     |
| Saturated Fat 0g   | <b>0%</b>                     |
| Trans Fat 0g   |                               |
| <b>Cholesterol</b> 0mg   | <b>0%</b>                     |
| <b>Sodium</b> 0mg  | <b>0%</b>                     |
| <b>Total Carbohydrate</b> 33g  | <b>12%</b>                    |
| Dietary Fiber 1g   | <b>4%</b>                     |
| Total Sugars 0g  |                               |
| Includes 0g Added Sugars   | <b>0%</b>                     |
| <b>Protein</b> 6g  |                               |
| Vitamin D 0mcg   | 0%                            |
| Calcium 13mg   | 2%                            |
| Iron 2mg   | 10%                           |
| Potassium 115mg  | 2%                            |
| Thiamin 0.5mg  | 40%                           |
| Riboflavin 0.2mg   | 15%                           |
| Niacin 4mg   | 25%                           |
| Folate 341mcg DFE<br>(119mcg folic acid)   | 90%                           |
| <small>*The % Daily Value tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.</small> |                               |

**INGREDIENT:** Enriched Durum Flour (Durum Wheat, Niacin, Iron, Thiamin, Riboflavin, Folic Acid). **CONTAINS:** Wheat.

## Anexo F

*Etiqueta nutricional de harina de chocho de Ethnisnack*

## Información Nutricional

Tamaño de la porción: 15g

Número de porciones aprox. 17 aprox.

| <b>Cantidad por porción</b>    |         |              |
|--------------------------------|---------|--------------|
| Energía total                  | 80 kcal | 335kJ        |
| Energía de grasa               | 40 kcal | 168 kJ       |
|                                |         | <b>% VDR</b> |
| Grasa Total                    | 4g      | 6%           |
| Ácidos Grasos Saturados        | 2g      | 10%          |
| Ácidos Grasos trans            | 0g      |              |
| Ácidos Grasos monoinsaturados  | 2g      |              |
| Ácidos Grasos poli insaturados | 0g      |              |
| Colesterol                     | 0 mg    | 0%           |
| Sodio                          | 10 mg   | 0%           |
| Carbohidratos                  | 3g      | 1%           |
| Fibra                          | 0g      | 0%           |
| Azúcares                       | 0g      |              |
| Proteína                       | 7g      | 14%          |

\* Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 cal).

Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.

## Anexo G

Etiqueta nutricional de goma xanthan de Bobs's Red Mill

| <b>Nutrition Facts</b>  |                    |
|---|--------------------|
| About 25 servings per container   |                    |
| <b>Serving size</b>   | <b>1 Tbsp (9g)</b> |
| <b>Amount per serving</b>   |                    |
| <b>Calories</b>   | <b>30</b>          |
| <b>% Daily Value*</b>   |                    |
| <b>Total Fat</b> 0g   | <b>0%</b>          |
| Saturated Fat 0g  | <b>0%</b>          |
| <i>Trans</i> Fat 0g   |                    |
| <b>Cholesterol</b> 0mg  | <b>0%</b>          |
| <b>Sodium</b> 350mg   | <b>15%</b>         |
| <b>Total Carbohydrate</b> 7g  | <b>3%</b>          |
| Dietary Fiber 0g  | <b>0%</b>          |
| Total Sugars 0g   |                    |
| Includes 0g Added Sugars  | <b>0%</b>          |
| <b>Protein</b> 1g   |                    |
| Vitamin D 0mcg  | 0%                 |
| Calcium 5mg   | 0%                 |
| Iron 0mg  | 0%                 |
| Potassium 29mg  | 0%                 |
| *The % Daily Value tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice. |                    |
| <b>INGREDIENTS: Xanthan Gum.</b>  |                    |

## Anexo H

*Etiqueta nutricional teórica de la pasta control*

| <b>Información Nutricional: Pasta Control</b> |        |                |
|---|--------|----------------|
| Tamaño de la porción: 55 gramos               |        |                |
| Cantidad por porción                          |        |                |
| Calorías: 158 Kcal                            |        |                |
|   |        | % Valor Diario |
| Grasa Total                                   | 1.8 g  | 3%             |
| Grasas monoinsaturadas                        | 0.9 g  |                |
| Grasas poliinsaturadas                        | 0.5 g  |                |
| Grasas Saturadas                              | 0.1 g  | 1%             |
| Colesterol                                    | 0 mg   | 0%             |
| Sodio   | 0.4 mg | 0%             |
| Carbohidratos Totales                         | 26.6 g | 10%            |
| Azúcares Totales                              | 0 g    | 0%             |
| Fibra Dietética                               | 1.6 g  | 6%             |
| Proteína                                      | 5.2 g  | 10%            |

## Anexo I

*Etiqueta nutricional teórica del tratamiento 1 con 30% harina de chocho*

| <b>Información Nutricional: Tratamiento 1</b> |       |                |
|---|-------|----------------|
| Tamaño de la porción: 55 gramos               |       |                |
| Cantidad por porción                          |       |                |
| Calorías: 168 Kcal                            |       |                |
|   |       | % Valor Diario |
| Grasa Total                                   | 4 g   | 7%             |
| Grasas monoinsaturadas                        | 2 g   |                |
| Grasas poliinsaturadas                        | 0.5 g |                |
| Grasas Saturadas                              | 1.5 g | 7%             |
| Colesterol                                    | 0 mg  | 0%             |
| Sodio   | 7 mg  | 0%             |
| Carbohidratos Totales                         | 23 g  | 8%             |
| Azúcares Totales                              | 0 g   | 0%             |
| Fibra Dietética                               | 6 g   | 26%            |
| Proteína                                      | 9 g   | 18%            |

## Anexo J

*Etiqueta nutricional teórica del tratamiento 2 con 40% harina de chocho*

| <b>Información Nutricional: Tratamiento 2</b> |        |                |
|---|--------|----------------|
| Tamaño de la porción: 55 gramos               |        |                |
| Cantidad por porción                          |        |                |
| Calorías: 175 Kcal                            |        |                |
|   |        | % Valor Diario |
| Grasa Total                                   | 5.3 g  | 8%             |
| Grasas monoinsaturadas                        | 2.7 g  |                |
| Grasas poliinsaturadas                        | 0.5 g  |                |
| Grasas Saturadas                              | 2 g    | 10%            |
| Colesterol                                    | 0 mg   | 0%             |
| Sodio   | 9.6 mg | 0%             |
| Carbohidratos Totales                         | 20.5 g | 7%             |
| Azúcares Totales                              | 0 g    | 0%             |
| Fibra Dietética                               | 8.5 g  | 34%            |
| Proteína                                      | 10.6 g | 21%            |

## Anexo K

*Etiqueta nutricional teórica del tratamiento 3 con 50% harina de chocho*

| <b>Información Nutricional: Tratamiento 3</b> |         |                       |
|---|---------|-----------------------|
| Tamaño de la porción: 55 gramos               |         |                       |
| Cantidad por porción                          |         |                       |
| Calorías: 194 Kcal                            |         |                       |
|   |         | <b>% Valor Diario</b> |
| Grasa Total                                   | 7 g     | 11%                   |
| Grasas monoinsaturadas                        | 3.6 g   |                       |
| Grasas poliinsaturadas                        | 0.5 g   |                       |
| Grasas Saturadas                              | 2.8 g   | 14%                   |
| Colesterol                                    | 0 mg    | 0%                    |
| Sodio   | 13.7 mg | 1%                    |
| Carbohidratos Totales                         | 18.8 g  | 6%                    |
| Azúcares Totales                              | 0 g     | 0%                    |
| Fibra Dietética                               | 11.6    | 46%                   |
| Proteína                                      | 13 g    | 27%                   |

## Anexo L

### Boleta de evaluación sensorial de prueba de aceptación y orden de preferencia

#### Boleta de Evaluación Sensorial

**Prueba de aceptación de una pasta corta de semolina de trigo (*Triticum durum*) con sustitución parcial de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*)**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
 Nacionalidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente a usted se encuentran cuatro muestras de pasta corta. Por favor, pruebe cada una de las muestras presentadas, en orden de izquierda a derecha. Antes y después de probar cada muestra debe comer un pedazo de galleta soda y tomar agua con la finalidad de limpiar su paladar. Posteriormente, indique el grado de aceptación en cuanto a los atributos presentados, guiándose con *cuadro No. 1*. Anote los resultados percibidos en el *cuadro No.2* apuntando el código de cada una de las muestras.

**Cuadro No. 1. Escala hedónica de 9 puntos.**

|                            |                   |                           |                         |                            |                      |                        |                |                         |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|
| 1                          | 2                 | 3                         | 4                       | 5                          | 6                    | 7                      | 8              | 9                       |
| Me disgusta extremadamente | Me disgusta mucho | Me disgusta moderadamente | Me disgusta ligeramente | Ni me gusta ni me disgusta | Me gusta ligeramente | Me gusta moderadamente | Me gusta mucho | Me gusta extremadamente |

**Cuadro No. 2**

| # Muestra | Apariencia | Color | Olor | Sabor | Textura | Aceptación general |
|-----------|------------|-------|------|-------|---------|--------------------|
|           |            |       |      |       |         |                    |
|           |            |       |      |       |         |                    |
|           |            |       |      |       |         |                    |

**Comentarios:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

A continuación, enumere las muestras en orden de preferencia, siendo 1 la muestra más preferida y 4 la menos preferida.

| Código | Rango asignado |
|--------|----------------|
| _____  | _____          |
| _____  | _____          |
| _____  | _____          |
| _____  | _____          |

**Comentarios:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN.**

## Anexo M

Tabla de Prueba de Basker y Kramer "Valor crítico de diferencias entre suma de categoría"

| Número de panelistas | Número de productos |      |      |      |      |      |       |       |       |  |
|----------------------|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--|
|                      | 2                   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9     | 10    |  |
| 20                   | 8.8                 | 14.8 | 21.0 | 27.3 | 33.7 | 40.3 | 47    | 53.7  | 60.6  |  |
| 21                   | 9.0                 | 15.2 | 21.5 | 28.0 | 34.6 | 41.3 | 48.1  | 55.1  | 62.1  |  |
| 22                   | 9.2                 | 15.5 | 22.0 | 28.6 | 35.4 | 42.3 | 49.2  | 56.4  | 63.5  |  |
| 23                   | 9.4                 | 15.9 | 22.5 | 29.3 | 36.2 | 43.2 | 50.3  | 57.6  | 65.0  |  |
| 24                   | 9.6                 | 16.2 | 23.0 | 29.3 | 36.9 | 44.1 | 51.4  | 58.9  | 66.4  |  |
| 25                   | 9.8                 | 16.6 | 23.5 | 29.9 | 37.7 | 45.0 | 52.5  | 60.1  | 67.7  |  |
| 26                   | 10.0                | 16.9 | 23.9 | 30.5 | 38.4 | 45.9 | 53.5  | 61.3  | 69.1  |  |
| 27                   | 10.2                | 17.2 | 24.4 | 31.1 | 39.2 | 46.8 | 54.6  | 62.4  | 70.4  |  |
| 28                   | 10.4                | 17.5 | 24.8 | 31.7 | 39.9 | 47.7 | 55.6  | 63.6  | 71.7  |  |
| 29                   | 10.6                | 17.8 | 25.3 | 32.3 | 40.6 | 48.5 | 56.5  | 64.7  | 72.9  |  |
| 30                   | 10.7                | 18.2 | 25.7 | 32.8 | 41.3 | 49.3 | 57.5  | 65.8  | 74.2  |  |
| 31                   | 10.9                | 18.5 | 26.1 | 33.4 | 42.0 | 50.2 | 59.4  | 66.9  | 75.4  |  |
| 32                   | 11.1                | 18.7 | 26.5 | 34.0 | 42.6 | 51.0 | 60.3  | 60.3  | 76.6  |  |
| 33                   | 11.3                | 19.0 | 26.9 | 35.0 | 43.3 | 51.7 | 61.2  | 69.0  | 77.8  |  |
| 34                   | 11.4                | 19.3 | 27.3 | 35.6 | 44.0 | 52.5 | 62.1  | 70.1  | 79.0  |  |
| 35                   | 11.6                | 19.6 | 27.7 | 36.1 | 44.6 | 53.3 | 63    | 71.1  | 80.1  |  |
| 36                   | 11.8                | 19.9 | 28.1 | 36.6 | 45.2 | 54.0 | 63.9  | 72.1  | 81.3  |  |
| 37                   | 11.9                | 20.2 | 28.5 | 37.1 | 45.9 | 54.8 | 64.7  | 73.1  | 82.4  |  |
| 38                   | 12.1                | 20.4 | 28.9 | 37.6 | 46.5 | 55.5 | 67.2  | 74.1  | 83.5  |  |
| 39                   | 12.2                | 20.7 | 29.3 | 38.1 | 47.1 | 56.3 | 65.6  | 75.0  | 84.6  |  |
| 40                   | 12.4                | 21.0 | 29.7 | 38.6 | 47.7 | 57.0 | 66.4  | 76.0  | 85.7  |  |
| 41                   | 12.6                | 21.2 | 30.0 | 39.1 | 48.3 | 57.7 | 67.2  | 76.9  | 86.7  |  |
| 42                   | 12.7                | 21.5 | 30.4 | 39.5 | 48.9 | 58.4 | 68    | 77.9  | 87.8  |  |
| 43                   | 12.9                | 21.7 | 30.8 | 40.0 | 49.4 | 59.1 | 68.8  | 78.8  | 88.8  |  |
| 44                   | 13.0                | 22.0 | 31.1 | 40.5 | 50.0 | 59.8 | 69.6  | 79.7  | 89.9  |  |
| 45                   | 13.1                | 22.2 | 31.5 | 40.9 | 50.6 | 60.4 | 70.4  | 80.6  | 90.9  |  |
| 46                   | 13.3                | 22.5 | 31.8 | 41.4 | 51.1 | 61.1 | 71.2  | 81.5  | 91.9  |  |
| 47                   | 13.4                | 22.7 | 32.2 | 41.8 | 51.7 | 61.8 | 72    | 82.4  | 92.1  |  |
| 48                   | 13.6                | 23.0 | 32.5 | 42.3 | 52.2 | 62.4 | 72.7  | 83.2  | 93.8  |  |
| 49                   | 13.7                | 23.2 | 32.8 | 42.7 | 52.8 | 63.1 | 73.5  | 84.1  | 94.8  |  |
| 50                   | 13.9                | 23.4 | 33.2 | 43.1 | 53.3 | 63.7 | 74.2  | 85.0  | 95.8  |  |
| 55                   | 14.5                | 24.6 | 34.8 | 45.2 | 55.9 | 66.8 | 77.9  | 89.1  | 100.5 |  |
| 60                   | 15.2                | 25.7 | 36.3 | 47.3 | 58.4 | 69.8 | 81.3  | 93.1  | 104.9 |  |
| 65                   | 15.8                | 26.7 | 37.8 | 49.2 | 60.8 | 72.6 | 84.6  | 96.9  | 109.2 |  |
| 70                   | 16.4                | 27.7 | 39.2 | 51.0 | 63.1 | 75.4 | 87.8  | 100.5 | 113.3 |  |
| 80                   | 17.5                | 29.6 | 42.0 | 54.6 | 67.4 | 80.6 | 93.9  | 107.5 | 121.2 |  |
| 90                   | 18.6                | 31.4 | 44.5 | 57.9 | 71.5 | 85.5 | 99.6  | 114.0 | 128.5 |  |
| 100                  | 19.6                | 33.1 | 46.9 | 61.0 | 75.4 | 90.1 | 105   | 120.1 | 135.5 |  |
| 110                  | 20.6                | 34.8 | 49.2 | 64.0 | 79.1 | 94.5 | 110.1 | 126.0 | 142.1 |  |
| 120                  | 21.5                | 36.3 | 51.4 | 66.8 | 82.6 | 98.7 | 115   | 131.6 | 148.4 |  |

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.