

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS**

**Evaluación de las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde  
con sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado**

**Presentado por:**

**Candy Naya Céspedes Orosco**

**Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial**

**Abancay, Perú**

**2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“TESIS”

“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES, FÍSICAS Y  
SENSORIALES DEL PAN MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE  
BASUL (*Erythrina edulis*) GERMINADO”

Presentado por Candy Naya Céspedes Orosco, para optar el Título de:  
Ingeniero Agroindustrial

Sustentado y aprobado el 16 de noviembre de 2020 ante el jurado evaluador:

Presidente:

*PhD. Fulgencio Vilcanqui Pérez*

Primer Miembro:

*Ing. Ruth Mery Ccopa Flores*

Segundo Miembro:

*Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz*

Asesor :

*Dra. Guadalupe Chaquilla Quilca*

## **Agradecimiento**

*Principalmente a Dios por darme su amor, fortaleza y ganas de seguir adelante a pesar de muchos obstáculos.*

*A la Dra. Guadalupe Chaquilla Quilca por su asesoría, sus consejos, motivación, cooperación, conocimientos y toda su paciencia durante la ejecución de este trabajo.*

*Al PhD. Fulgencio Vilcanqui Pérez por brindar apoyo incondicional durante el desarrollo de este estudio y por la motivación de seguir investigando.*

*De manera muy especial al Dr. Reynaldo J. Silva Paz y al Dr. Julio Vidaurre por el apoyo brindado y paciencia esclareciéndome diversas dudas.*

*A la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNAMBA) por haber sido mi centro de formación profesional y al equipo de profesionales responsables de diversos laboratorios donde lleve a cabo la ejecución de mi tesis, por brindarme información acerca de la manipulación de los diferentes equipos.*

*Al CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica) mediante FONDECYT por el financiamiento otorgado para a la ejecución del presente trabajo.*



## **Dedicatoria**

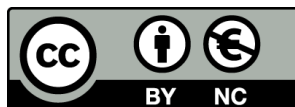
*Con cariño a mis padres: Claudia y Santos por su amor y apoyo incondicional siempre, del mismo modo a mis hermanas por darme ánimos para el logro de mis aspiraciones y metas.*



“Evaluación de las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado”

(Caracterización, desarrollo de procesos e innovación en la agroindustria)

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>CAPÍTULO I</b> .....	4
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	4
1.1 Descripción del problema .....	4
1.2 Enunciado del Problema .....	5
1.2.1 Problema general .....	5
1.2.2 Problemas específicos .....	5
1.2.3 Justificación de la investigación .....	6
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	8
2.1 Objetivos de la investigación .....	8
2.2.1 Objetivo general .....	8
2.2.2 Objetivos específicos .....	8
2.2 Hipótesis de la investigación .....	8
2.2.3 Hipótesis general .....	8
2.2.4 Hipótesis específicas .....	8
2.3 Operacionalización de variables .....	9
<b>CAPÍTULO III</b> .....	10
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	10
3.1 Antecedentes .....	10
3.2 Marco teórico .....	11
3.2.1 Generalidades del basul .....	11
3.2.2 Generalidades del basul .....	12
3.2.3 Clasificación taxonómica .....	13
3.2.4 Composición nutricional .....	13
3.2.5 Aplicaciones del basul ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	16
3.2.6 Germinado .....	17
3.2.7 Generalidades de la harina de trigo .....	17
3.2.8 Pan enriquecido .....	18
3.2.9 Pan molde .....	18
3.2.9.1 Clasificación .....	19
3.2.9.2 Métodos de elaboración de pan .....	20
3.2.9.3 Etapas de procesamiento del pan molde blanco .....	20
3.2.10 Color .....	22
3.2.11 Evaluación sensorial .....	23



3.2.11.1	Perfil flash .....	24
3.3	Marco conceptual.....	25
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>27</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	.....	<b>27</b>
3.1	Tipo y nivel de investigación.....	27
3.2	Diseño de la investigación .....	27
3.3	Población y muestra.....	27
3.4	Procedimiento .....	27
3.5	Técnica e instrumentos .....	35
3.6	Análisis estadístico .....	36
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>37</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	.....	<b>37</b>
5.1	Análisis de resultados .....	37
5.2	Contrastación de hipótesis (si corresponde) .....	48
5.3	Discusión .....	49
<b>CAPÍTULO VI</b>	.....	<b>56</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>56</b>
6.1	Conclusiones.....	56
6.2	Recomendaciones .....	56
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	.....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables .....	9
<b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica del basul <i>Erythrina edulis</i> .....	13
<b>Tabla 3.</b> Composición proximal del basul ( <i>Erythrina edulis</i> ).....	14
Tabla 4. Contenido de Macrominerales en el grano y harina del basul ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	14
<b>Tabla 5.</b> Contenido de oligoelementos en el grano y harina de basul ( <i>Erythrina edulis</i> ).....	15
<b>Tabla 6.</b> Composición de aminoácidos esenciales de las semillas de basul ( <i>Erythrina edulis</i> )	15
<b>Tabla 7.</b> Composición promedio de la harina de trigo .....	18
<b>Tabla 8.</b> Composición nutricional del pan molde de harina de trigo.....	19
<b>Tabla 9.</b> Formulación para la elaboración de pan molde con sustitución parcial e harina de basul germinado.....	30
<b>Tabla 10.</b> Parámetros de calificación en escala hedónica para la evaluación sensorial .....	34
<b>Tabla 11.</b> Análisis proximal de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado .....	38
<b>Tabla 12.</b> Análisis físico de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado .....	39
<b>Tabla 13.</b> Valores obtenidos del color de la miga del pan molde.....	39
<b>Tabla 14.</b> Resultados de la evaluación sensorial de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado mediante la escala hedónica .....	40
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza de Procrusteno (PANOVA).....	41
<b>Tabla 16.</b> .Residuo por juez resultado del APG .....	42
<b>Tabla 17.</b> Factores de reescalación por cada juez.....	43
<b>Tabla 18.</b> Lista final de Atributos sensoriales .....	44
<b>Tabla 19.</b> Formulaciones y códigos de las muestras de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado.....	45
<b>Tabla 20.</b> Residuo por nivel de sustitución, resultado del AGP .....	45
<b>Tabla 21.</b> Variabilidad (%) de valores propio .....	46



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Diagrama tridimensional de la carta de color del sistema $L^*a^*b^*$ .....	22
<b>Figura 2.</b> Proceso de obtención de harina de basul germinado .....	29
<b>Figura 3.</b> Proceso de elaboración de pan de molde con sustitución de harina de basul germinado .....	31
<b>Figura 4.</b> Residuo por juez resultado del APG .....	42
<b>Figura 5.</b> Factores de reescalación para cada juez.....	43
<b>Figura 6.</b> Residuos por nivel de sustitución .....	46
<b>Figura 7.</b> Variabilidad (%) de valores propios y variabilidad acumulada.....	46
<b>Figura 8.</b> Espacio sensorial de muestras.....	47
<b>Figura 9.</b> Espacio sensorial de atributos o descriptores.....	48

## INTRODUCCIÓN

La carencia de proteínas en la dieta es un síndrome nutricional muy alarmante ya que afecta a toda la población (170 millones de niños aproximadamente, en edad preescolar de países en vía de desarrollo de Asia y África) (MILLIS Y OFFIAH, 2007). En Perú, el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (2015) y la Cámara de Comercio de Lima (2015) indican que más de 19,158 niños padecen desnutrición crónica.

Los efectos de este síndrome nutricional se mencionaron en ciertos estudios que informan que los niños desnutridos tienen dificultades de aprendizaje y de comportamiento a diferencia de los niños bien nutridos. AMARAL, 2015; FEOLI, 2006, además RIBEIRO (1996) también informan que la deficiencia de proteínas en los niños a menudo se asocia con retraso en el crecimiento (VARGAS, 2016).

Para evitar la desnutrición, existen macronutrientes y micronutrientes que son importantes en la ingesta diaria. En nuestro medio existen diversos cultivos nativos y promisorios que cumplen los mencionados requerimientos, como las legumbres, los cereales y tubérculos. Dentro de estos productos se encuentra el “Basul” (*Erythrina edulis*), también llamado pajuro, poroto o chachafruto, dependiendo de la región de cultivo (Barrera, 1998), de la cual se puede obtener harinas, para ser agregados en productos de panificación, cabe señalar que las legumbres son la principal fuente de proteínas y calorías por razones económicas y culturales en la dieta andina de los peruanos (ROCA REY, 2014).

Algunas de las transformaciones que el hombre ha ejercido sobre las semillas son los germinados o brotes, que son alimentos mejorados en nutrientes en relación con el mismo alimento sin germinar, muy beneficiosos para la salud (PONCE DE LEÓN, 2011).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 80% o los dos tercios de la población mundial (alrededor de 4 mil millones de personas) consumen el pan como alimento básico en sus dietas diarias. El consumo per cápita de pan en el Perú fluctúa entre 31 kg y 33 kg (DIARIO EL PERUANO, 2012; SCHROTH, 2015), por lo que el pan es considerado esencia en la dieta del ser humano, por tal motivo, enriquecer el pan con proteína puede ser una estrategia para incrementar y fomentar el consumo de vegetales.

Las leguminosas tal como el basul, poseen altos contenidos de proteínas, vitaminas y minerales; sin embargo, la biodisponibilidad es baja debido a que se unen a componentes anti-nutricionales por lo que se considera al germinado como una buena alternativa para reducirlos. De esta manera el reemplazo de la harina de trigo por harina de germinado de una agricultura andina mejorará el valor nutritivo del pan molde ayudándonos a conocer más sobre el valor nutricional y funcional. Por lo que el objetivo de este estudio fue, evaluar las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde sustituyéndolo con harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado.



## RESUMEN

El basul (*Erythrina edulis*) es una legumbre con una importante cantidad de contenido de proteínas; sin embargo, posee también en su composición anti nutrientes que no permiten el aprovechamiento adecuado por nuestro organismo, por ende, haciendo germinar estas semillas aumenta la biodisponibilidad de sus nutrientes, además las harinas de legumbres según diversos estudios pueden utilizarse en la elaboración de productos de panificación. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado. Se utilizó formulaciones con 5 niveles de sustitución (0%, 5%, 10%, 15% y 20%), sobre los cuales se evaluaron las características nutricionales, físicas y sensoriales. En las características nutricionales se evaluaron el contenido total de proteína, grasa, fibra cruda, cenizas, humedad, ELN y digestibilidad aparente. En las características físicas se evaluó el volumen específico, peso, porosidad y color. Las características sensoriales se evaluaron mediante dos métodos: Escala Hedónica y Perfil Flash. Los diferentes porcentajes de sustitución tuvieron influencia significativa sobre algunos componentes nutricionales del pan molde, como proteína y fibra cruda con 13,72% y 1,38% respectivamente (20% de sustitución), en las características físicas conforme aumenta el nivel de sustitución el volumen específico disminuye, también en la miga se aprecia un oscurecimiento y en la porosidad conforme aumenta la sustitución aumenta el número de alveolos. En cuanto a la evaluación sensorial, mediante la escala hedónica las muestras con mayor aceptación fueron las de 0% y 5% de sustitución, por otro lado, en la evaluación sensorial mediante el perfil flash, los resultados de la variabilidad de los datos fue explicada en un 72,990%. Se identificaron la formación de 3 grupos (grupo 1: 0%, grupo 2: 5% y 10%, grupo 3: 15% y 20%), percibiendo una similitud entre las muestras de cada grupo, así mismo las muestras fueron caracterizadas principalmente con los atributos: sabor dulce, sabor a hierba, textura adhesiva, textura dura, apariencia esponjosa, color claro y puntos negros. Nuestros resultados muestran que, si hay diferencias significativas en los tratamientos, demostrando que el nivel de sustitución si influye en cuanto a los aspectos nutricionales, físicos y sensoriales del pan molde.

**Palabras clave:** Sustitución parcial, composición proximal, análisis sensorial, APG, perfil flash (PF).



## ABSTRACT

Basul (*Erythrina edulis*) is a legume with a significant amount of protein content; However, it also has anti-nutrient composition in its composition that does not allow adequate use by our body, therefore, making these seeds germinate increases the bioavailability of their nutrients, in addition, legume flours according to various studies can be used in the preparation of products of bakery. The objective of this research work was to evaluate the nutritional, physical and sensory characteristics of the mold bread with partial substitution of germinated basul flour (*Erythrina edulis*). Formulations with 5 substitution levels (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) were used, on which the nutritional, physical and sensory characteristics were evaluated. In the nutritional characteristics, the total content of protein, fat, crude fiber, ash, moisture, ELN and apparent digestibility were evaluated. In the physical characteristics, the specific volume, weight, porosity and color were evaluated. The sensory characteristics were evaluated by two methods: Hedonic Scale and Flash Profile. The different substitution percentages had a significant influence on some nutritional components of sliced bread, such as protein and crude fiber with 13.72% and 1.38% respectively (20% substitution), in the physical characteristics as the level of substitution increases the Specific volume decreases, a darkening is also seen in the crumb and in porosity as the substitution increases, the number of alveoli increases. Regarding the sensory evaluation, through the hedonic scale the samples with the highest acceptance were those with 0% and 5% substitution, on the other hand, in the sensory evaluation through the flash profile, the results of the variability of the data were explained by 72.990%. The formation of 3 groups was identified (group 1: 0%, group 2: 5% and 10%, group 3: 15% and 20%), perceiving a similarity between the samples of each group, likewise the samples were mainly characterized With the attributes: sweet taste, grassy taste, sticky texture, hard texture, fluffy appearance, light color and black spots. Our results show that there are significant differences in the treatments, showing that the level of substitution does influence the nutritional, physical and sensory aspects of the bread.

**Keywords:** Partial substitution, proximal composition, sensory analysis, APG, flash profile (PF).



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

Los cambios sustanciales en los estilos de vida de la población mundial se han caracterizado por el consumo de alimentos muy procesados, con demasiado contenido en grasas saturadas, colesterol, carbohidratos refinados, insuficiente fibra dietética y por consumo de proteínas de origen animal. Estos cambios se explica en los problemas actuales en cuanto a las enfermedades crónicas no transmisibles como sobrepeso, obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y otros en la población humana, cuyas estadísticas no solo forman parte de las poblaciones de los países desarrollados sino también en vías de desarrollo (VILCANQUI et al.,2018), es por eso que la OMS recomienda el consumo de alimentos de origen vegetal y específicamente las legumbres para disminuir el riesgo de enfermedades asociadas a la alimentación (ALONSO et al., 2010).

En la actualidad, para la obtención de harinas, se retira el pericarpio de los cereales, para obtener una harina con propiedades que el consumidor demandar, en cuanto a aspectos sensoriales y tiempo de vida útil. Para su obtención pasa por un proceso de refinado, también llamado extracción porcentual, utilizado para mostrar el porcentaje total del grano que queda en la harina. En la molienda del trigo se obtiene harina, casi siempre con 72% de extracción, y en el 28% restante quedan partículas, entre ellas está la cascarilla y el germen. La mayoría de las vitaminas y los minerales se encuentran en la segunda parte de los cereales (ROSADO et al., 1999).

Por otro lado, el déficit proteico es un síndrome nutricional muy importante que afecta a toda población, según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar -ENDES (2009), las poblaciones rurales presentan un 44,7% de desnutrición, mientras que las urbanas un 16%. La pobreza en nuestro país está caracterizada por un eminente índice de desnutrición infantil. Debido a los problemas de desnutrición presentes en la población y a situaciones económicas actuales, es importante la introducción de alimentos nutritivos y de bajo costo (LUCERO, 2010).



Por ello es conveniente complementar la dieta con proteínas de origen vegetal, en especial de las legumbres (COSINGA, 2016), ya que, en nuestro país, existe una gran variedad de estos (lentejas, frejoles, habas, etc.), entre ellas el basul (*Erythrina edulis*), caracterizado por el alto contenido de proteínas y otros componentes muy importantes como la fibra dietética, minerales y vitaminas (ESPINOZA, 2018).

Las leguminosas en general tienen en su composición anti-nutrientes y aún no se ha identificado un método eficiente para reducirlos, por lo que se ve conveniente germinar este fruto para aumentar su biodisponibilidad y reducir sus antinutrientes, motivo por el cual en este trabajo de investigación se propone utilizar harina de germinado de basul para mejorar los valores nutricionales y las propiedades funcionales, adicionándolo en un producto de panificación, para mejorar las propiedades, nutricionales, funcionales, sensoriales y aumentar la ingesta por su gran aporte de aminoácidos en especial de la treonina, alanina, y fenilalanina por tener en mayor cantidad (ESCAMILO, 2012), pero no se conoce la proporción ideal ni las características que tendrá el producto final.

## 1.2 Enunciado del Problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado sobre las características nutricionales, físicas y sensoriales en el pan molde?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado sobre el análisis proximal en el pan molde?
- ¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado sobre las características físicas en el pan molde?
- ¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado sobre las características sensoriales en el pan molde?
- ¿Cuál será la digestibilidad aparente al tratamiento con el mayor porcentaje de proteína?



### 1.2.3 Justificación de la investigación

La mayor amenaza para la supervivencia de la humanidad es la brecha que existe cada vez más entre el crecimiento de la población y el suministro de alimentos. La FAO, en su informe anual "El estado de la seguridad alimentaria en el mundo 2017", ha estimado que en 2016 el número de personas afectadas por una mala nutrición a nivel mundial aumentó hasta los 815 millones (en comparación con los 777 millones de 2015) y esta cifra aún es menor a los casi 900 millones registrados en 2000 (FAO, 2017).

Desde el punto de vista nutricional, la utilidad o la funcionalidad de cualquier grano o semilla, depende principalmente de la cantidad y calidad de la proteína. Las proteínas vegetales naturales son materiales útiles debido a su seguridad, alta biocompatibilidad, valor nutricional y bajo costo. Por lo tanto, encontrar nuevas proteínas vegetales ricas en aminoácidos esenciales; en efecto, fibra es importante para la industria alimentaria ya que en la actualidad se han producido cambios con respecto a los hábitos alimentarios poniendo más interés a alimentos ricos en fibra dietética, ácidos grasos omega-3, probióticos, y prebióticos. Por otro lado, estudios han demostrado otras alternativas al uso del trigo para la elaboración de pan.

Las leguminosas se han consumido durante al menos 10,000 años y se encuentran entre los alimentos más consumidos en el mundo. Desde el punto de vista nutricional, las legumbres son consideradas fuentes importantes de proteínas vegetales, carbohidratos, minerales esenciales, vitaminas y muchos otros antioxidantes y compuestos que promueven la salud que contienen carotenoides, compuestos fenólicos, clorofila, vitamina A y vitamina C.

El fruto del basul (*Erythrina edulis*) es una legumbre del cual se pueden obtener harinas para la incorporación en producto de panificación con características físicas, nutricionales y sensoriales aceptables y la germinación de esta semillas podría ser una alternativa para reducir el contenido de los anti-nutrientes y el incremento de la biodisponibilidad de las proteínas, carbohidratos y minerales; tal como se han demostrado en diversos estudios con trigo, tarwi, frijoles y otras semillas, por lo que



en este proyecto se pretende producir un pan molde con harina de germinado de basul para incrementar su valor nutricional en cuanto a proteína, con aceptación sensorial por los consumidores de productos de panificación.





## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.2.1 Objetivo general

Evaluar las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado.

##### 2.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de basul germinado sobre el análisis proximal del pan molde.
- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de basul germinado sobre las características físicas del pan molde.
- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de basul germinado sobre las características sensoriales del pan molde.
- Evaluar la digestibilidad aparente al tratamiento con el mayor porcentaje de proteína.

#### 2.2 Hipótesis de la investigación

##### 2.2.3 Hipótesis general

Los niveles de sustitución de harina de basul germinado influyen sobre los valores nutricionales, las características físicas y sensoriales en el pan molde.

##### 2.2.4 Hipótesis específicas

- La sustitución de harina de basul germinado influye sobre el análisis proximal del pan molde.
- La sustitución de harina de basul germinado influye sobre las características físicas en el pan molde.
- La sustitución de harina de basul germinado influye sobre las características sensoriales en el pan molde.



## 2.3 Operacionalización de variables

### Independiente

Niveles de sustitución de la harina de basul germinado para la elaboración de pan molde.

### Independiente

Análisis proximal (proteína, grasa, carbohidratos, ceniza, humedad y fibra bruta)  
 Características físicas (volumen específico, color, peso, porosidad) Características sensoriales (mediante la escala hedónica y el método de perfil flash)

*Tabla 1.* Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADOR	INDICE
<b>INDEPENDIENTE</b>		
Niveles de sustitución	Porcentaje de sustitución	%
<b>DEPENDIENTES</b>		
Análisis proximal	Proteína	%
	Fibra	%
	Grasa	%
	Carbohidratos	%
	Ceniza	%
	Humedad	%
	Digestibilidad aparente	%
Características físicas	Volumen específico	cm <sup>3</sup> /g
	Peso	G
	Color	L*, a*, c*
	Porosidad	N° de alveolos
Características sensoriales	Evaluación sensorial	Escala hedónica
		Perfil flash



## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

- a) En el estudio realizado por Vargas (2016), titulado **“Caracterización fisicoquímica de pan molde blanco con sustitución parcial de harina de pajuro (*Erythrina edulis*)”**, se obtuvo harina de pajuro tostado, sobre el cual se evaluó el contenido de proteína, con un resultado de 21,3%. Seguidamente se elaboró pan molde blanco con sustitución parcial de harina de trigo (HT) por harina de pajuro tostado (HP) en 7,9, 10, 15, 20 y 22%, realizando de esta sustitución un análisis fisicoquímico y sensorial siendo la evaluación sensorial preferida la sustitución al 10% de HP que presentó un 10,97 % de proteína a diferencia del pan molde normal con 10,47% de proteína, también se determinó que la sustitución no afecta significativamente el volumen del pan molde.
- b) El estudio realizado por Cutipa (2014), titulado **“Efecto de la adición de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración del pan”**. Se analizó el efecto de la adición de harina de tarwi a 0%, 5%, y 10% de sustitución, donde se determinó las características físico-químicas, sensoriales y digestibilidad del producto final. La evaluación física evidenció que conforme se incrementaba la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi el peso del pan incrementaba y el volumen específico disminuía, en el análisis proximal la mejor sustitución fue al 10% de harina de tarwi, que resultó con 16,24% de proteína, 2,15% de fibra y 45,83% de carbohidratos y el pan testigo con 1,24% de proteína, 1,08% de fibra y 59,93% de carbohidratos. En la evaluación sensorial mediante la escala hedónica se determinó que la mejor sustitución fue la 5% harina de tarwi. Por último, en el análisis de digestibilidad el mejor porcentaje de sustitución fue al 5% con un valor de digestión PER de 1,19 siendo superior al valor nutricional de la muestra testigo 0,80.
- c) En otro trabajo de investigación realizado por Matos y Muñoz (2010), titulado **“Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*)”**. Se elaboró pan incorporándole parcialmente harinas pre cocidas de Ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*) teniendo



como finalidad de aumentar el nivel de proteína. Se realizaron formulaciones con 10%, 20%, 30% de sustitución. Los análisis ejecutados fueron: contenido de proteína, ceniza, análisis microbiológico y sensorial. El pan con 30% de sustitución presentó 27,10% de proteína, siendo este el más alto de todos. Los análisis microbiológicos de levaduras y coliformes dieron un valor inferior con respecto al máximo permitido. El pan con 30% de sustitución también presentó mayor aceptabilidad en sabor y textura, en cuanto al color el pan con 20% sustitución obtuvo mayor aceptabilidad.

- d) En el estudio realizado por Salas (2017), titulado **“Desarrollo de un pan dulce enriquecido con harina de germinado de trigo (*Triticum aestivum* AN-91-98)”**. Se determinaron las formulaciones de mezcla para pan dulce, siendo éstas: testigo, el cual no contenía harina de germinado de trigo (H.G.T.) y sustituciones al 5, 15 y 25%. Se realizaron los análisis químicos correspondientes para determinar: ceniza total, fibra cruda, extracto etéreo, proteína cruda, azúcares totales, fenoles, ELN (carbohidratos) y contenido calórico. Determinando que la formulación al 25% de H.G.T. presentó los mejores resultados para las variables estudiadas (ceniza total 4,45%, extracto etéreo 10,57%, fibra cruda 2,95%, proteína cruda 14,71%, ELN 67,30%, fenoles 0,457 mg/g y contenido calórico 421,66 Kcal/100g).

## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 Generalidades del basul

El basul (*Erythrina edulis*) en territorio peruano se encuentra en áreas montañosas entre los 1200 – 3000 msnm, en los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Junín, Lima, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Piura, San Martín y Ucayali. Se cultiva al borde de las chacras, y crece de manera silvestre en pequeñas marañas cerca a ríos y quebradas, en lugares bajos como en las faldas de los cerros, en zonas húmedas, asimismo puede crecer en suelos calizos, pedregosos o franco arcilloso; a una temperatura promedio anual que oscilan entre los 16-22 °C, y con una precipitación promedio anual de 2000-4000 mm (ARAÚJO, 2005).

El basul, originario de Latinoamérica, fue sembrado y aprovechado por los Incas y por culturas regionales permanentes en distintas áreas de los Andes (ESCAMILO, 2012). Los frutos del basul son consumidos regularmente por los campesinos, quienes a través



de sus conocimientos empíricos pueden asegurar de las cualidades nutritivas. En los últimos años, se ha obtenido información importante de la composición proximal de este fruto, resaltando el contenido de proteínas (20-25%) (VARGAS, 2016).

El basul es conocido por diferentes nombres en cada país, en Venezuela como: Chachafruto, Balú, Nupo, Fríjol nopaz, Basul, Guimo, Habijuela, Sachafruto, Poruto; en Colombia. Guato, Porotón, Cañaro, Camporoto, Frijol de monte, Zapote de cerro, Pajuro; en el Ecuador: Pisonay, Anteporoto, Pasugua, Sachaporoto, Pisonay y en Perú: Pajuro, Frejol gigante, chachafruto (ACERO, 2002).

El basul es una leguminosa que puede ser aprovechada al máximo, además, de ser un árbol perenne y longevo, es un notable fijador de nitrógeno, no requiere cuidados ni tratamiento fitosanitario, controla la erosión del suelo, se adapta a terrenos áridos, soporta largos períodos de sequía, proporciona néctar de sus abundantes flores, entre otras cualidades (ESCAMILO, 2012).

### **3.2.2 Generalidades del basul**

#### **Árbol**

Es un árbol con una altura promedio de 8 metros y un diámetro de tronco de 24 centímetros. Sin embargo, se ha encontrado ejemplares de 14 metros de altura y 47 centímetros de grosor. Los árboles jóvenes poseen espinas en las ramas, ramitas y tronco (ACERO, 2002).

#### **Hojas**

Las hojas están compuestas de tres partes o láminas; tienen espinas en los peciolos y nerviaciones, son de color verde claro y se caen del árbol en buena parte cuando está iniciando la floración (ACERO, 2002).

#### **Flores**

Las flores de color rojo carmín tienen un tamaño de 2,8 x 1,2 centímetros y van dispuestas de racimos de hasta 45 centímetros de longitud; cada racimo con un número de 190 flores en promedio (ACERO, 2002).



### Fruto

Los frutos son legumbres o vainas de 32 x 3,3 centímetros con 6 semillas en promedio; sin embargo, se encuentran frutos de hasta 55 centímetros de longitud (ACERO, 2002).

### Semillas

Las semillas tienen la forma de un frijol grande, con un tamaño aproximado de 5,2 x 2,5 centímetros, tiene una cascarilla de color rojo oscuro, aunque hay algunas variedades de color amarillo (ACERO, 2002).

### 3.2.3 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del basul (*Erythrina edulis*) según Barrera (1998) y Araujo (2005), se presenta en la tabla.

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica del basul *Erythrina edulis*

Taxonomía del basul ( <i>Erythrina edulis</i> )	
Reino	Vegetal
División:	Magnoliopsida
Clase:	Magnoliophyta
Orden:	Fabales
Género:	<i>Erythrina</i>
Familia:	Fabaceae
Nombre científico:	<i>Erythrina edulis</i>

Fuente: BARREDA (1998); ARAUJO (2005)

### 3.2.4 Composición nutricional

El basul (*Erythrina edulis*) presenta múltiples bondades como alimento, respecto al contenido de proteínas llegan a alcanzar hasta 25% por cada 100 gramos de legumbre (ESCAMILO, 2012). En las tablas 3, 4, 5 y 6 se puede apreciar la composición química, macronutrientes y oligoelementos a detalle. El valor biológico de la proteína del basul es mucho mayor (70,9%), en comparación con otras legumbres como la lenteja (44%), frijol (58%), y la arveja (63,7%) (ACERO, 2002). En el análisis de las fracciones proteicas, se aprecia una buena cantidad de glutelinas (13,29% de 18,24% de proteínas



totales) (Arango, 2012) que son uno de los componentes principales del gluten que tienen la propiedad tecnofuncional de formar miga en los productos de panificación.

**Tabla 3.** Composición proximal del basul (*Erythrina edulis*)

<b>Componente</b>	<b>Base fresca (%)</b>	<b>Base seca (%)</b>
Agua	80,50	0,00
Proteína	4,00	20,50
Grasa	0,10	0,51
Carbohidratos	13,30	68,20
Fibra	1,00	5,13
Cenizas	1,00	5,64

Fuente: BARREDA (1997)

**Tabla 4.** Contenido de Macrominerales en el grano y harina del basul (*Erythrina edulis*)

<b>Macrominerales</b>	<b>Concentración (g/kg)</b>	
	<b>Grano de Erythrina edulis</b>	<b>Harina de Erythrina edulis</b>
Calcio	1,19	0,57
Fósforo	8,85	3,94
Magnesio	3,58	1,00
Potasio	57,26	24,99
Sodio	0,08	0,05

Fuente: ESPINOZA (2018)



**Tabla 5.** Contenido de oligoelementos en el grano y harina de basul (*Erythrina edulis*)

Oligoelementos	Concentración (g/kg)	
	Grano de <i>Erythrina edulis</i>	Harina de <i>Erythrina edulis</i>
Cobalto	<0,05	<0,05
Cromo	<0,05	<0,05
Cobre	21,9	4,06
Hierro	37,5	28,98
Manganeso	15,84	8,96
Estaño	< 0,10	<0,1
Selenio	<0,25	<0,25
Zinc	140,28	19,86

Fuente: ESPINOZA (2018)

**Tabla 6.** Composición de aminoácidos esenciales de las semillas de basul (*Erithrina edulis*)

Aminoácidos esenciales	(g de aminoácido/100 g muestra seca)
Isoleucina (Ile)	0,37
Leucina(Leu)	0,22
Lisina(Lys)	0,28
Metionina (Met)	0,66
Fenilalanina ( Phe)	0,18
Treonina (Thr)	0,19
Triptófano (Trp)	0,07
Valina ( Val)	25,00
Histidina (His)	0,14
Arginina ( Arg)	0,38

Fuente: ESCAMILO (2012)





### 3.2.5 Aplicaciones del basul (*Erythrina edulis*)

Estudios elaborados en basul (*Erythrina edulis*) revelan que es apto para el manejo industrial en la producción de harinas para la panificación, fritos, encurtidos, potajes y concentrados. Además, es usado en la medicina tradicional como regulador de la función renal, hipotónico y contra la osteoporosis.

Económicamente es una especie sustancial por su fruto y semillas empleadas en la elaboración de alimentos (ZAVALETA et al., 2010).

El sabor, color textura y manejo en la cocina de la semilla hacen comparable al maíz y la papa, los puede sustituir por completo o complementarlos, por lo cual el campesino la usa y la acoge con facilidad. Las semillas cocidas luego molidas pueden usarse como el maíz o combinadas con otras harinas para elaborar tortas, purés, coladas y variados platos con sal y dulce. La harina obtenida de los cotiledones, cortados en hojas delgadas y secadas al sol o a 40°C y tratadas con antioxidantes puede ser usada en la agroindustria para elaborar panes, tortas croquetas, fuentes de sólidos para yogur y aglutinante para helados (BARREDA, 1998).

Desde tiempos muy remotos el Pajuro ha sido utilizado como fuente alimentaria en la agricultura se usa como fijador de nitrógeno en las tierras de sembrío. En el sector ganadero se empleó como forraje para alimentar a los vacunos y aves y de forma ornamental los tallos fueron usados como cercas vivas para la delimitación de sus territorios (BARREDA, 1998).

Diversos autores señalan que la harina de basul es una alternativa, para mejorar diversos productos en panificación (SILVA et al. 2015). Además, estudios realizados por DELGADO (2014) de la Universidad de Antioquia en Colombia aseguran que las harinas simples provenientes de leguminosas como el basul y la soya contienen más proteínas que la harina de trigo, convirtiéndose en potenciales sustitutos parciales de la carne de origen vegetal.



### 3.2.6 Germinado

DE LAMA (2013), define la germinación como un proceso, que aumenta la biodisponibilidad de nutrientes y la palatabilidad de ciertos alimentos. Es una intensa actividad metabólica, que da lugar a varias reacciones químicas, entre las cuales destaca la síntesis de enzimas. Los germinados proveen múltiples beneficios nutricionales y terapéuticos, ya que las vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, ácidos grasos y enzimas se encuentran más disponibles, alcanzando ser una alternativa alimenticia que contribuye a la disminución de la desnutrición en infantes, madres gestantes y madres lactantes (ANTEZANA, 2015).

El germinado de los granos, es una tecnología milenaria que se ha utilizado para mejorar las propiedades nutricionales, funcionales, además de la modificación de las características sensoriales. Los productos germinados pueden ser consumidos como brotes o a través de procesamientos adicionales como en harinas, tostados o extruidos (HÜBNER, 2013). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016) el "Brotado" es término alternativo a "germinación" y da por resultado una planta joven que no se ha desarrollado por completo. El brotado de legumbres es vital para volverlas comestibles cuando están crudas y más fáciles de digerir.

### 3.2.7 Generalidades de la harina de trigo

ITINTEC (1982 y 1976) citado por DE LA CRUZ (2009), describe que, de acuerdo a la Legislación peruana, se define a la harina como resultado del molimiento del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) con o sin separación parcial de la cáscara del producto obtenido. A los productos conseguidos con molienda de otros granos (cereales y menestras), tubérculos y raíces se les denomina "harina sucedánea".

La harina de trigo es la principal materia prima formadora que forma masa para el procesamiento de productos de panificación, debido a que esta harina posee gluten que se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina: gliadina y glutenina. La cantidad de proteína es muy diferente en diversos tipos de harina (DE LA CRUZ, 2009).



**Tabla 7.** Composición promedio de la harina de trigo

<b>Compuestos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Humedad	11,0-14,0
Hidratos de carbono	74,0-76,0
Proteínas	9,0-11,0
Grasas	1,0-2,0
Sales	1,5-2,0

Fuente: LUCERO 2010)

### **3.2.8 Pan enriquecido**

A través de diversas fuentes, las investigaciones sobre la sustitución de harina de trigo por otras harinas de mejor composición nutricional (harinas de garbanzo, lentejas, habas, soya, etc.) vienen siendo indagados a nivel mundial (VARGAS, 2016). En el Perú se viene estudiando el uso de harinas sucedáneas desde 1970, y se han planteado distintas formas de sustitución parcial de trigo (TEJERO, 2003).

Su valor nutritivo varía mucho en función de su composición química y, por consiguiente, de los ingredientes utilizados en su elaboración (SALAS, 2017). Existen numerosas investigaciones donde se demuestra que las sustituciones parciales a la harina de trigo con harinas proteicas provenientes leguminosas, frutas, cereales entre otros, aumentan el valor nutricional de los productos de panificación.

El pan enriquecido con harina de basul puede ser utilizado como vehículo para aumentar su ingesta por su gran aporte nutricional en cuanto a aminoácidos en especial de la treonina, alanina, y fenilalanina por tener en mayor cantidad (ESCAMILO, 2012).

### **3.2.9 Pan molde**

Pan de molde es aquel producto que tiene una ligera corteza blanda y que para su cocción ha sido introducido en molde técnicamente, el pan molde integral es aquél en el que se utilizan los cereales de grano o harina sin cernir al momento de su elaboración, los cereales integrales contendrían todas las partes del grano ricas en nutrientes fitoquímicos con reconocidos beneficios para la salud, como la fibra dietética, antioxidantes, Según



la Norma de pan de molde: pan blanco, pan integral y sus productos tostados (ITINTEC,2004).

Según la Norma Técnica Peruana NTP 206.004 (INDECOPI, 1988), pan de molde es el producto obtenido por la cocción en moldes, de una masa fermentada hecha básicamente con harina de trigo, agua potable, sal, azúcar, levadura y manteca, pudiendo tener otros ingredientes y aditivos permitidos. En la tabla 8 se aprecia la composición que debe cumplir una rebanada de pan molde de acuerdo a la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2017).

**Tabla 8.** Composición nutricional del pan molde de harina de trigo

Nutrientes	Cantidad
Calorías	317 kcal.
Grasa	2,5 g
Proteínas	6,8 g
Carbohidratos	87,37 g
Fibra	2,4 g
Fósforo	60 mg
Zinc	0,76 mg
Hierro	0,40 mg

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD (2017)

### 3.2.9.1 Clasificación

Según la Norma Técnica Peruana NTP 206.004 (INDECOPI, 1988) y según el porcentaje de extracción de la harina a usar, el pan de molde se clasifica:

- a. **Pan integral:** hecho con harina integral.
- b. **Pan blanco:** hecho con harina, con un máximo de 82% de extracción.
- c. **Pan corriente:** pan de molde elaborado con harina con 82% hasta 86% de extracción



- d. **Pan tostado de molde:** es el pan de molde y tostado (o secado) bajo condiciones controladas.

### 3.2.9.2 Métodos de elaboración de pan

Según CARRERA (1995) los métodos más actuales de elaboración son:

- a. **Método de masa directa:** en este método todos los insumos de la masa son mezclados y combinados en una sola etapa. Donde se trata de obtener una masa suave y elástica, que es fermentada por dos a cuatro horas y a veces se realiza el "punch" durante este periodo.
- b. **Método de esponja:** se realiza separando la harina en 2 partes: una de las porciones separadas es mezclada con levadura y agua, dejándole fermentar cierto tiempo, esta masa tiene el nombre de "esponja", la cual es mezclada con la otra parte restante de harina y los otros ingredientes (masa). La cantidad de harina a utilizar en la "esponja" y en la masa está regulada por el tipo de harina y el tipo de producto a elaborar.

### 3.2.9.3 Etapas de procesamiento del pan molde blanco

Según el SENA (1985), las operaciones del proceso de pan molde son:

- a. **Pesaje y medición:** se realiza según la cantidad indicada en la formulación para elaborar cada producto, este peso se debe ser lo más exacto posible para no tener futuros defectos.
- b. **Mezcla y amasado:** la intención de este paso es separar homogéneamente los ingredientes para un adecuado desarrollo del gluten. Los métodos más utilizados son el directo y el de esponja.
- c. **Fermentación:** en este paso la masa se coloca en una cámara de fermentación con una humedad temperatura controlados, en este medio es que el almidón que contiene la harina se convierte en azúcares,



seguidamente en alcohol para finalizar en dióxido de carbono el cual hace que el volumen del pan se aumente.

- d. **División o corte:** Después de la fermentación la masa es dividida de acuerdo a la cantidad de panes a elaborar, para esto se usa una máquina que corta y divide obteniendo pesos similares.
- e. **Boleo o redondeo:** Por lo general este paso es de forma manual y se realiza presionando la masa con la palma de la mano dándole forma circular dejando que las porciones de masa reposen durante 10 a 20 minutos.
- f. **Moldeado:** cada bola o porción de masa es pasado con un rodillo dándole forma de acuerdo al molde del pan a utilizar.
- g. **Leudación (fermentación final):** Los panes moldeados se colocan nuevamente en el cuarto de fermentación donde crecen aprox. dos veces su tamaño a una temperatura de 30-35°C y una humedad entre 80-85%.
- h. **Horneado:** Los panes son colocados al horno a una temperatura conforme al tamaño y tipo de pan. Este proceso sucede en dos fases: primero cuando la masa llega a una temperatura interna de 45-50°C la producción de gas se inactiva por la muerte de la levadura y dándole un volumen final al pan expandiéndose la miga por la acción del gas; cuando la masa tiene una temperatura interna que oscila los 60- 70°C se produce coagulación de proteína y gelatinización de los almidones, la masa pierde su plasticidad y se obtiene la forma definitiva del pan y en la segunda se seca la corteza y se produce la cocción del pan.
- i. **Enfriamiento y almacenamiento:** Es normalmente a temperatura ambiente empacando el pan entre 27-30°C teniendo en cuenta de no embolsar en polietilenos que contengan polímeros tóxicos.



### 3.2.10 Color

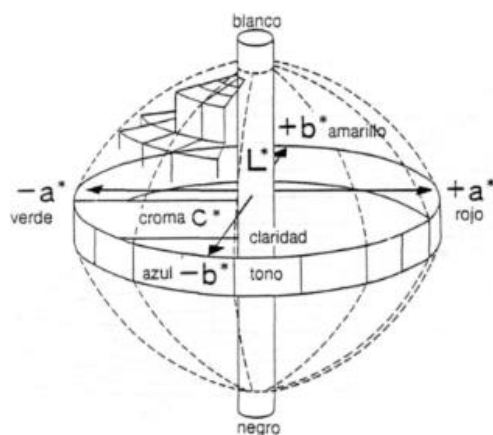
#### Sistema de color CIE

La Commission Internationale del Eclairage (CIE), es la institución responsable de las recomendaciones internacionales para la fotometría y colorimetría. En 1931 la CIE estandarizó los sistemas de orden de color explicando las fuentes de luz (o iluminantes), el observador y la metodología usada para encontrar los valores para la descripción del color (DELMORO et al., 2010).

#### Cielab ( $L^*a^*b^*$ )

Hoy en día el sistema de coordenadas de color perteneciente a la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) se está constituyendo en el rubro de alimentos ya que permite una medida exacta de la percepción visual del color de un cuerpo, es así que puede ser considerada para medir el color del pan molde, tanto a la corteza como a la miga. En 1986 la CIE publicó reglas de medición de color, detallando un espacio de color a utilizar dando resultados numéricos que se acercan lo más posible a la visión humana (DELMORO et al., 2010).

Cuando un color se expresa en CIELAB,  $a^*$ : denota el valor rojo/verde (valores positivos indican la cantidad de componentes rojos y negativos la cantidad de componentes verdes),  $b^*$ : define el valor amarillo/azul (valores positivos indican componentes amarillos y los negativos el azul),  $L^*$ : luminosidad, define la claridad (sólo tiene valores positivos que mide en una escala de 0 – 100) (DELMORO et al., 2010).



**Figura 1.** Diagrama tridimensional de la carta de color del sistema  $L^*a^*b^*$

Fuente: PAZ y OLIVOS (2013)

### 3.2.11 Evaluación sensorial

#### Generalidades

En la actualidad la evaluación sensorial de los alimentos, se ha convertido en una herramienta muy importante para el apoyo de un mejor desenvolvimiento en actividades de la industria alimentaria, debido a su inserción en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al mercado, así como la correlación con medidas químicas, físicas o instrumentales; es sin duda alguna, coparticipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación (PEDRERO Y PANGBORN, 1989).

El Institute of Food Technologists (IFT) citado por STONE & SIDEL (2004), define a la evaluación sensorial como “una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a las características de los alimentos y materiales las cuales son percibidas por los sentidos del olfato, gusto, tacto, vista y oído”.

ANZALDÚA (1994) clasifica las pruebas sensoriales en tres tipos: pruebas afectivas, pruebas discriminativas y pruebas descriptivas.

Las pruebas afectivas determinan la aceptación, preferencia o consumo de la muestra en comparación con otras muestras de similares características. Esta prueba es la mas difícil de interpretar debido a la variabilidad en sus resultados (ANZALDÚA,1994).

En las pruebas discriminativas, no se requiere las sensaciones subjetivas producidas por un alimento en una persona, pero es necesario determinar si existen diferencias significativas entre las muestras de prueba y la muestra de control. también, permite cuantificar esta importante diferencia significativa (SANCHO et al., 1999).

SANCHO et al. (1999) afirmaron que las pruebas descriptivas ayudan a caracterizar, comparar y evaluar muestras frente a categorías o categorías previamente establecidos. La prueba descriptiva a diferencia de otras pruebas nos proporciona información detallada del producto; no obstante, son más difíciles de realizar ya que el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitorizado, y la interpretación de los resultados es un poco más compleja que otros tipos de pruebas (ANZALDÚA, 1994).





## **Métodos descriptivos**

Para realizar pruebas descriptivas se usan métodos más sofisticados y ampliamente utilizados para la caracterización sensorial de productos. De esta manera, los panelistas están capacitados para discriminar de manera unánime, usando un léxico predefinido; y así tener un jurado competente que proporciona una descripción cuantitativa y cualitativa completa de los productos (STONE & SIDEL, 2004). Estos métodos también son importantes para la aceptabilidad e identifican propiedades que son útiles cuando se requiere una descripción amplia de características sensoriales, para la mejora y el perfeccionamiento de nuevos productos.

Sin embargo, necesitan recursos económicos y largas sesiones de entrenamiento para que los jueces proporcionen resultados fiables. Por esta razón, no se puede utilizar con frecuencia en la industria. Los métodos comúnmente utilizados son Pruebas de: sabor, textura y análisis descriptivo cuantitativo o QDA (VARELA et al., 2012).

Durante la última década, los jueces semi-entrenados e incluso los consumidores han desarrollado y utilizado nuevos métodos con menos tiempo. Entre estos modernos métodos descriptivos están: Projective mapping (presentado por RISVIK et al. en 1994), Shorting (desarrollado por LAWLESS et al., en 1995), Perfil Flash (DAIROU & SIEFFERMANN, 2002) y Napping (propuesto por PAGÈS en el 2005). Estos métodos proporcionan mapas sensoriales que no muestran una diferencia estadísticamente significativa con respecto a otros métodos descriptivos que requieren jueces entrenados. (REINBACH et al., 2013).

### **3.2.11.1 Perfil flash**

Este método descriptivo fue introducido por DAIROU Y SIEFFERMANN (2002), que permite obtener resultados sensoriales rápidamente. Es una combinación del Perfil de libre elección y la evaluación comparativa simultánea de muestras, que permite a los individuos que hacen la prueba describir y evaluar productos generando sus propios términos, eliminando sesiones de entrenamiento creando su propia terminología para proporcionar análisis



rápidos y confiables (DAIROU Y SIEFFERMANN, 2002; DEHLHOLM et al., 2012; GAMBOA et al., 2012).

El Perfil Flash es utilizado y aplicado en diversos estudios experimentales como mermeladas (DAIROU Y SIEFFERMANN, 2002), yogurt de fresa (DELARUE Y SIEFFERMANN, 2004), salchichas (RASON et al., 2006), textura de puré de manzanas (TAREA et al., 2007), camarones ahumados (RAMÍREZ et al., 2009), hamburguesas de pescado barrilete negro (RAMÍREZ et al., 2010), para la descripción sensorial de queso fresco cuajada en diferentes localidades del estado de Oaxaca, México (GÓMEZ et al., 2010), entre otros. TERHAAG Y BENASSI (2010) indican que los datos sensoriales generados por este tipo de método descriptivo pueden evaluarse mediante el Análisis Generalizado Procrusteno (AGP).

### **Análisis Generalizado Procrusteno (AGP)**

Es una herramienta estadística que elimina las mutaciones que difieren entre los jueces y proporciona un mapa sensorial basado en el consenso. El AGP se considera un análisis exploratorio de datos multivariados y proporciona una interpretación gráfica de las distancias entre muestras conocida como espacio sensorial de atributos. Este análisis bidimensional usa traslación, rotación y escalamiento para obtener la posición media de los productos (GÓMEZ et al., 2010; RAMÍREZ et al., 2010; TAREA et al., 2007).

### **3.3 Marco conceptual**

- a) **Sustitución parcial.** Es incorporar un porcentaje de otra materia a la fórmula inicial en la elaboración de algún producto de panificación para mejorar su calidad nutricional.
- b) **Propiedades físicas.** Son aquellas propiedades de un alimento, producto que se pueden apreciar de manera superficial como color, textura, tamaño etc.
- c) **Composición proximal.** Se refiere a los determinados componentes de un alimento: grasas, proteínas, cenizas, humedad, carbohidratos y fibra bruta.
- d) **Formulación.** Componentes necesarios para la elaboración de un producto.



- e) **AGP.** Es una herramienta estadística que evalúa datos sensoriales generados por este tipo de método descriptivo.



## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de la investigación utilizado en el presente trabajo es experimental ya que se manipuló la variable independiente para analizar el resultado posterior de la variable dependiente en un entorno controlado, el nivel de investigación utilizado fue explicativo porque determinó los efectos de la sustitución de harina de basul germinado en la elaboración de pan molde.

#### 3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación utilizado fue Diseño Completo al Azar (DCA) con la sustitución de harina de trigo por harina de basul germinado como factor a manipular con un total de 4 tratamientos donde se analizó el valor nutricional, físico y sensorial

#### 3.3 Población y muestra

Se consideró como población de estudio a la producción de basul (*Erithina edulis*), proveniente de la comunidad de Cruzpata, distrito de Lambrama, provincia Abancay, región Apurímac.

Las muestras obtenidas para el presente trabajo de investigación fueron de tipo no probabilístico dirigido y definido a criterio del investigador, recolectando 10 kilogramos de basul para así obtener 2 kg de harina de basul germinado aproximadamente.

#### 3.4 Procedimiento

##### 3.4.1 Germinado de basul y obtención de la harina

Se realizó tomando como referencia al método descrito por HANDA (2017), siguiendo algunas operaciones preliminares como selección (separación de la semilla de materias extrañas y de granos con daños físicos) y lavado, los frutos de basul fueron remojados con agua en donde se dio el proceso de germinado, tomando los parámetros del trabajo de investigación presentado por VENTURA (2020). A continuación, se detalla las operaciones unitarias a seguir para el germinado de basul y la obtención de harina de basul germinado:



**Recolección:** Los frutos de basul fueron recolectados del centro poblado de Cruzpata, distrito de Lambrama, provincia de Abancay, departamento de Apurímac. Se recolectaron los frutos de basul con una madurez fisiológica adecuada.

**Selección:** La materia prima (basul) ingresó al Laboratorio de Panificación en la condición fisiológica exigida: grano maduro. Luego se prosiguió a realizar una selección separando los granos defectuosos para la germinación como: granos quebrados, con daños físicos, granos infestados, etc.

**Lavado:** Luego de tener la suficiente cantidad de materia prima se trasladó a un envase para su lavado respectivo en agua potable y así eliminar los demás restos orgánicos adheridos al basul.

**Desinfectado:** Se sumergió la materia prima en un recipiente con solución desinfectante (25 ppm de hipoclorito de sodio) por 10 minutos.

**Remojo:** Los granos de basul fueron colocados en una bandeja de acero inoxidable contenida con agua. Se dejó en reposo durante 18 h.

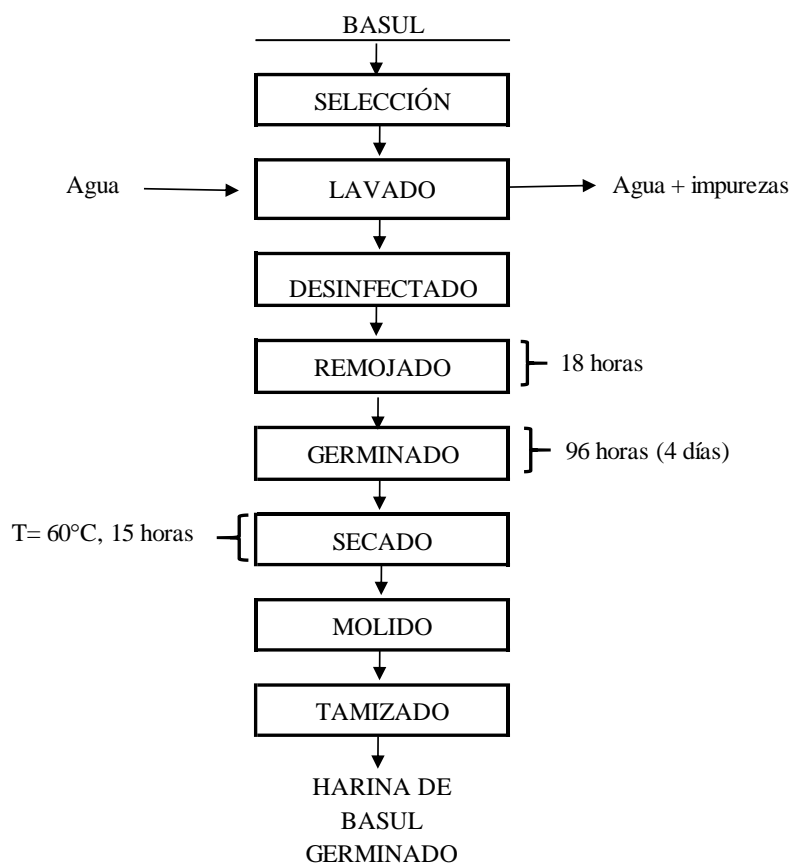
**Germinado:** Antes de someterlo al proceso de germinado, se escurrió el agua de remojo, para prevenir el crecimiento de microorganismos. Después se dejó germinar los granos por los tiempos de 96 h (4 días) cubiertos con bolsas de plástico. Durante este proceso se hizo un monitoreo de las condiciones atmosféricas del medio, es decir, si el grano se encuentra en un medio seco y requiere de agua se agrega agua en forma escurrida y si por el contrario está húmedo se deja intacto.

**Secado:** El fruto de basul germinado fue secado a una temperatura de 60°C por 15 h en una estufa con aire por convección forzada.

**Molienda:** Una vez secos fueron sometidos a una molienda mediante un molino industrial.



**Tamizado y almacenado:** La harina de basul germinado fue tamizada, envasada en un recipiente de plástico hermético y guardado para la elaboración de pan de molde.



**Figura 2.** Proceso de obtención de harina de basul germinado

Fuente: Modificado de HANDA (2017)

### 3.4.2 Elaboración de pan molde

La elaboración del pan molde se realizó en las instalaciones del laboratorio de panificación de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial. A continuación, se detalla las operaciones a seguir para la elaboración de pan molde.

**Pesaje y medición:** Se realizó considerando a las cantidades especificadas en la formulación presentada en la tabla 9, teniendo en cuenta las sustituciones de harina de basul germinado, los pesos se realizaron con la mayor precisión posible para evitar muchos defectos. Los porcentajes de harina de basul germinado a utilizar en este proyecto fueron tomados de los antecedentes y diversos artículos de investigación de

sustituciones parciales como: PASCUAL (2010), CHAMORRO (2010), PAUCAR (2016) y ZAVALA (2010).

**Tabla 9.** Formulación para la elaboración de pan molde con sustitución parcial e harina de basul germinado

Componentes	Nivel de sustitución				
	0 (Control)	5%	10%	15%	20%
Harina de trigo	500	475	450	425	400
Harina de basul germinado	0	25	50	75	100
Sal	8	8	8	8	8
Azúcar rubia	80	80	80	80	80
Levadura	15	15	15	15	15
Manteca vegetal	70	70	70	70	70
Agua	300	300	300	300	300
Total	973	973	973	973	973

Fuente: Modificado de VARGAS (2016)

**Amasado 1:** Se realizó en una amasadora-sobadora, durante 10 minutos a primera velocidad. Se agregó levadura seca y agua con la harina de trigo.

**Amasado 2:** El resto de los ingredientes fueron puestos en la amasadora-sobadora a velocidad 2 por 7 minutos, hasta que los ingredientes estén homogéneos y se sienta la correcta elasticidad de la masa. Se amasó hasta un punto donde la masa alcanzó un estiramiento repetido (elasticidad). Esta es una etapa muy importante porque la calidad de la masa influye en las posteriores operaciones. La masa no deberá quedar demasiado "dura" porque esto dificultará su cortado posterior y si es muy "aguada" será difícil conseguir la forma deseada.

**Moldeado:** En esta etapa se dio forma cilíndrica a la porción de la masa (300 g.), la masa formado se colocó en un molde con tapa, previamente engrasada con manteca.

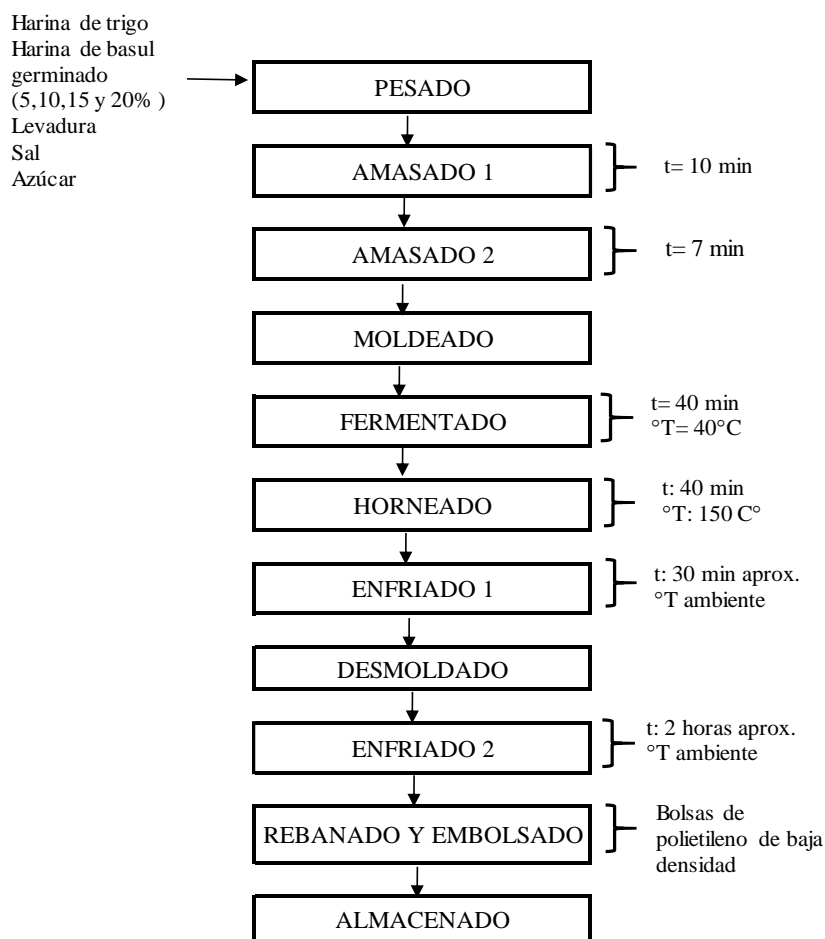
**Fermentación:** Se llevó la masa a la cámara de fermentación 40 °C, durante aproximadamente 40 minutos. El control de la temperatura es importante, de lo contrario la textura del pan molde terminado será irregular debido al ritmo ritmo desigual de producción de gas.



**Horneado:** Una vez que la masa ya fermentada hasta 2/3 del molde se introdujo en el horno. La cocción se realizó a una temperatura de aproximadamente 150 °C durante 40 minutos.

**Enfriamiento, desmoldado y rebanado:** Una vez horneado se dejó enfriar a los panes de molde durante 30 minutos aproximadamente y luego se realizó un desmoldado sacando los panes para ser enfriados por 2 horas aproximadamente a temperatura ambiente, finalmente se realizó el rebanado respectivo.

**Empaque y almacenamiento:** Se embolso los panes en bolsas de polietileno de baja densidad, almacenándolo a temperatura ambiente para su posterior análisis nutricional, físico y sensorial.



**Figura 3.** Proceso de elaboración de pan de molde con sustitución de harina de basul germinado

Fuente: Modificado de VARGAS (2016)



### 3.4.3 Análisis del pan de molde

#### **Determinación del análisis proximal del pan de molde**

Las muestras fueron enviadas para su análisis respectivo al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, dichos resultados se pueden observar en el anexo I y VI del presente informe. El análisis proximal se realizó con los procedimientos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC 2005): Proteína total (Nx6.25): AOAC (2005), 984.13; Grasa: AOAC (2005), 2003.05; Ceniza: AOAC (2005), 942.05; Humedad: AOAC (2005), 950.46; Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09.

#### **Digestibilidad aparente**

Los malos hábitos alimenticios se han incrementado con el consumo de alimentos altamente procesados que conllevan a tener enfermedades crónicas no transmisibles (VILCANQUI et al., 2018), debido a esto en estos últimos años se está tomando en cuenta y enfatizando estos problemas y se le está dando más importancia a alimentos nutritivos que contengan alto contenido proteico, fibra etc., es por eso que para determinar la digestibilidad aparente se tomó en cuenta a la muestra con el mayor contenido de proteína que fue enviada para su análisis al Bioterio de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, utilizando la metodología descrita por Jean (200); Cañas (1995); SOTELO Y AYALA (2006).

#### **Evaluación de las características físicas**

**Volumen específico del pan molde:** La evaluación fue realizada en la Universidad Nacional Agraria la Molina, en el laboratorio de Calidad Total (INDDA). Para determinar el volumen específico de las 15 muestras de pan de molde con sustitución parcial de harina de basul se utilizó un equipo medidor de volumen con láser topográfico, donde se colocó las muestras en el interior del equipo que cuenta con un software el cual escanea el cuerpo del pan y da como resultado el volumen, del pan de molde, para seguidamente dividir el volumen obtenido entre el peso del pan molde (VIDAURRE, 2019).



**Color:** Se midió con el colorímetro NH310, donde se obtuvo los parámetros L, a\* y b\*, se utilizó la metodología de DELMORO et al., (2010). La evaluación fue realizada en la Universidad Peruana unión, en el laboratorio instrumental del CICAL (Centro de Investigación de Ciencia de los Alimentos).

**Peso:** Se utilizó el procedimiento realizado por DE LA CRUZ (2009) midiendo directamente en la balanza analítica. Esta evaluación fue realizada en el laboratorio de panificación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

**Porosidad del pan molde:** Para llevar a cabo este análisis se cortó el pan molde en rebanadas y mediante una cámara fotográfica se obtuvo imágenes, luego la imagen fue escaneada en color, convirtiéndose a escala de grises utilizando el software Imagen J. Utilizando dimensiones de longitudes conocidas, los valores de pixeles se convierten en unidades de distancia, posteriormente se binarizó la imagen, es decir, se invirtió la coloración, así los alveolos eran de color negro y la miga color blanco, determinando el número de alveolos por cm<sup>2</sup> y el área promedio de los alveolos por cm<sup>2</sup> (SAHIN y GÜLÜM SUMNU, 2009; MANRRIQUE y GENOVESE, 2015) citado por ARIAS (2015).

### **Evaluación de las características sensoriales**

#### **Evaluación sensorial mediante la escala hedónica**

Para la evaluación sensorial se utilizó la metodología descrita por ESPINOZA (2003) con la participación de 52 estudiantes (consumidores) de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, en base a los atributos de color, olor, textura, sabor y aceptabilidad del pan molde en una escala hedónica de nueve puntos mostrado en la tabla 10 y anexo V. Se les dio una tajada de pan de molde por cada sustitución a los participantes.



**Tabla 10.** Parámetros de calificación en escala hedónica para la evaluación sensorial

Valor	Escala
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

### **Evaluación sensorial mediante la técnica del perfil flash**

La evaluación sensorial de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado, se realizó en las instalaciones de la Universidad Peruana Unión durante el curso: “Análisis sensorial de alimentos- Metodologías dinámicas y sus aplicaciones con consumidores”, utilizando el método de Perfil Flash, descrito por HUAMÁN (2015), donde se seleccionaron 18 consumidores regulares de pan, entre hombres y mujeres.

Las muestras se colocaron en platos de plástico codificadas con un número aleatorio de 3 dígitos. También se proporcionó agua, para permitir que los evaluadores se enjuaguen el paladar entre cada muestra, para evitar el rebosamiento y confusión de sabores (RAMÍREZ-RIVERA et al., 2010). Las muestras se presentaron a los jueces de manera simultánea múltiple y en orden aleatorio, al mismo tiempo se les dio fichas de evaluación para el análisis de perfil flash (Anexo V). La evaluación se realizó en dos sesiones:

**Primera sesión:** Cada evaluador recibe una muestra (podían probar las muestras) y se les asignó la tarea de crear una lista individual de atributos que describiera al producto y que les permitiera diferenciar las muestras.

**Intermedio:** Se llegó a un consenso con cada consumidor para asegurarse de que no haya dos términos en su hoja de evaluación que describieran lo mismo. A continuación, se

informó a los consumidores de los atributos propuestos por los otros jueces del equipo para que puedan actualizar su lista final antes del análisis, para estar seguro de que no olviden ni confundan los descriptores de su ficha.

Segunda sesión: Durante la segunda sesión, también conocida como etapa de ordenación, las muestras se presentaron nuevamente de manera aleatoria, cada juez realizó la evaluación teniendo en cuenta los atributos elegidos por sí mismo. Finalmente, se les pidió ordenar las muestras en orden de magnitud creciente de intensidades para los atributos mencionados anteriormente, sobre una escala tipo ordinal; se permitieron empates. Cada sesión tuvo una duración entre 20 a 30 minutos por juez.

Con este análisis sensorial se pretende generar diferentes atributos respecto al producto, analizar los residuos obtenidos mediante el APG (Análisis de procuster generalizado) que indican si el análisis sensorial tuvo mayor o menor consenso con lo cual se determina la forma en que los jueces perciben las muestras y finalmente analizar el escalamiento con el cual se determina la cantidad de descriptores que los jueces proporcionan de tal manera que si el factor de reescalamiento es menor a 1 indica que los jueces no utilizaron una escala amplia para proporcionar descriptores sensoriales.

### 3.5 Técnica e instrumentos

#### a) Materia prima

- Semillas de basul (*Erythrina edulis*) en su madurez fisiológica adecuada
- Harina de trigo (Nicolini)
- Manteca vegetal
- Levadura (fleshman)
- Azúcar (casa grande)
- Sal

#### b) Equipos

- Amasadora(nova)
- Horno (Nova)
- Cámara de fermentación (Nova)



- Moldes de acero inoxidable
- Estufa de convección forzada (MEMMERT-UF 55 Plus)
- Balanza analítica de precisión 0,0001g (ENTRIS224)
- Laser topography (BVM-6610, Perten Instruments, Sweden)
- Vernier
- Colorímetro NH310
- Cuchillos de acero inoxidable
- Tazones de acero inoxidable
- Guantes de panificación
- Bolsa plástica de polietileno de baja densidad (PEDB)
- Secadores de algodón
- Vaso de precipitado de 250 mL
- Probeta de 300 mL
- Guantes desechables
- Cronómetro
- Platos descartables
- Vasos descartables

### 3.6 Análisis estadístico

Para medir el efecto de los factores en estudio, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple de medias de tukey, para esto se utilizó el programa INFO STAD y el nivel de significancia fue 5 % (  $p=0.05$ ).

El análisis estadístico de las características sensoriales, se realizó mediante el análisis de Procrustes Generalizado y se utilizó el software XLSTAT 2014, versión prueba.



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Análisis de resultados

##### **Evaluación de las características nutricionales (análisis proximal) del pan de molde con sustitución parcial de harina de basul germinado.**

En la tabla 11 se muestran los valores de proteína total, humedad, grasa, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (ELN) de los diferentes tratamientos de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado, para dichos resultados se utilizó la comparación media de tukey a un nivel de significancia de 5%.

Los resultados muestran que si hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en cuanto al contenido de proteína total, grasa, fibra cruda, y extracto libre de nitrógeno, donde se puede apreciar que el contenido de proteína se incrementa significativamente desde 13,27% (control) hasta alcanzar el 13,72% (20%), de la misma manera para la fibra cruda con 0,88% (control) hasta 1,38 % (20%) de sustitución respectivamente, siendo la sustitución al 20 % la que mejores valores nutricionales presentó. Efectos contrarios se observa en el contenido de extracto libre de nitrógeno, donde los valores disminuyen desde 68,45% hasta 66.34% (para el control y el 20% de sustitución), en cuanto al contenido de grasa también se aprecian valores ligeramente diferentes.

Por otro lado, se puede apreciar que no hay diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en cuanto al contenido de humedad y cenizas.



**Tabla 11.** Análisis proximal de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado

Componentes (% b. s.)	Tratamientos (%)				
	0	5	10	15	20
<b>Proteína total</b>	13,27±0,14 <sup>b</sup>	13,41±0,09 <sup>ab</sup>	13,53±0,04 <sup>ab</sup>	13,67±0,26 <sup>a</sup>	13,72±0,04 <sup>a</sup>
<b>Humedad</b>	5,04±0,34 <sup>a</sup>	6,07±1,28 <sup>a</sup>	5,35±0,44 <sup>a</sup>	4,86±0,49 <sup>a</sup>	5,54±0,31 <sup>a</sup>
<b>Grasa</b>	11,40±0,35 <sup>a</sup>	11,76±0,12 <sup>a</sup>	11,20±0,09 <sup>ab</sup>	10,69±0,26 <sup>b</sup>	11,59±0,12 <sup>a</sup>
<b>Fibra cruda</b>	0,88±0,32 <sup>b</sup>	0,89±0,32 <sup>b</sup>	1,07±0,14 <sup>ab</sup>	1,65±0,11 <sup>a</sup>	1,38±0,36 <sup>ab</sup>
<b>Cenizas</b>	0,96±0,18 <sup>a</sup>	1,19±0,17 <sup>a</sup>	1,36±0,19 <sup>a</sup>	1,28±0,07 <sup>a</sup>	1,43±0,39 <sup>a</sup>
<b>ELN</b>	68,45±0,30 <sup>a</sup>	66,69±1,21 <sup>ab</sup>	67,49±0,67 <sup>ab</sup>	67,60±0,80 <sup>ab</sup>	66,34±0,57 <sup>b</sup>

Promedio ±desviación estándar de tres observaciones por cada tratamiento (n=3)

<sup>ab</sup> superíndices con diferentes letras dentro de una fila indican diferencias significativas (p<0,05)

### Digestibilidad aparente

La digestibilidad aparente de pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo por harina de basul germinado, fue determinada solo para el tratamiento con mayor porcentaje de proteína (13,72%), que corresponde al tratamiento con 20% de nivel de sustitución. El valor de la digestibilidad aparente para este tratamiento fue de 85,83 %.

### Evaluación de las características físicas del pan de molde con sustitución parcial de harina de basul germinado

La tabla 12 muestra los valores obtenidos de la evaluación física; volumen específico, peso, N° de alveolos y % de área total de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado, para dichos resultados se utilizó la comparación media de tukey a un nivel de significancia de 5%.

Los resultados muestran que si hay diferencias significativas (p<0,05) para las características físicas, en cuanto al volumen específico se reporta que la muestra control y la sustitución al 5% obtuvieron mayor volumen específico: 4,99 y 5,62 cm<sup>3</sup>/g respectivamente a diferencia de la sustitución al 20% que presento 3,89 cm<sup>3</sup>/g de volumen específico. En cuanto al peso, la sustitución al 20 % fue quien obtuvo un peso más alto con respecto a las demás sustituciones. Por otro lado, se puede apreciar que el número de alveolos y el % de área ocupado por los alveolos tienen una tendencia creciente en cuanto al nivel de sustitución.



**Tabla 12.** Análisis físico de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado

Características físicas	Tratamientos (%)				
	0	5	10	15	20
Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)	4,99±0,07 <sup>b</sup>	5,62±0,13 <sup>a</sup>	4,55±0,04 <sup>c</sup>	4,04±0,16 <sup>d</sup>	3,89±0,11 <sup>d</sup>
Peso (g)	326,03±5,41 <sup>a</sup>	308,03±1,91 <sup>b</sup>	312,10±4,33 <sup>ab</sup>	318,93±4,69 <sup>ab</sup>	320,47±8,21 <sup>ab</sup>
N° de alveolos	287,67±51,47 <sup>b</sup>	308,33±30,90 <sup>ab</sup>	397,83±46,08 <sup>a</sup>	338,67±65,12 <sup>ab</sup>	391,50±102,82 <sup>ab</sup>
Área total (%)	18,89±2,49 <sup>b</sup>	23,34±2,44 <sup>ab</sup>	21,08±4,63 <sup>ab</sup>	26,50±5,75 <sup>a</sup>	24,68±5,18 <sup>ab</sup>

Promedio ±desviación estándar de tres observaciones para los tratamientos volumen específico y peso (n=3) y seis observaciones para los tratamientos N° de alveolos y % de área total (n=6)

<sup>ab</sup> superíndices con diferentes letras dentro de una fila indican diferencia diferencias significativas (p<0,05)

### Color de la miga del pan molde

La tabla 13 muestra valores obtenidos de la evaluación de color a la miga de pan molde con sustitución parcial de harina por harina de basul germinado, para dichos resultados se utilizó la comparación media de tukey con un nivel de significancia de 5%.

Los resultados muestran que si hay diferencias significativas (p<0.05) en cuanto al valor L\* y a\*, donde se puede apreciar que los valores de estos dos índices incrementan de acuerdo al nivel de sustitución, por otro lado, se puede apreciar que no hay diferencias significativas (p>0.05) en cuanto al valor b\* el cual indica que los diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de basul germinado no influyen con respecto al valor b\* que va desde el azul (-b\*) a amarillo (+b\*).

**Tabla 13.** Valores obtenidos del color de la miga del pan molde

Color	Tratamientos (%)				
	0	5	10	15	20
L*	76,06±1,68 <sup>a</sup>	65,89±0,50 <sup>b</sup>	63,86±0,80 <sup>bc</sup>	61,59±0,74 <sup>c</sup>	58,49±1,29 <sup>d</sup>
a*	5,30±0,24 <sup>c</sup>	5,48±0,44 <sup>c</sup>	6,96±0,67 <sup>b</sup>	8,69±0,63 <sup>a</sup>	7,47±0,64 <sup>b</sup>
b*	24,42±0,42 <sup>a</sup>	23,31±0,84 <sup>a</sup>	23,47±1,20 <sup>a</sup>	25,39±0,72 <sup>a</sup>	23,92±0,59 <sup>a</sup>

Promedio ±desviación estándar de tres observaciones por cada tratamiento (n=3)

<sup>ab</sup> superíndices con diferentes letras dentro de una fila indican diferencia diferencias significativas (p<0,05)





## Evaluación sensorial del pan de molde con sustitución parcial de harina de basul germinado

### Evaluación sensorial mediante escala hedónica

Los datos de la evaluación sensorial fueron calculados a través de las pruebas hedónicas realizando el análisis de varianza (ANOVA) aplicando las pruebas de significancia Tukey al 5% para comparar tratamientos.

En la tabla 14 se muestran resultados de la evaluación sensorial para los atributos color, olor, textura, sabor y aceptabilidad.

Los resultados muestran que si hay diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en cuanto al color, textura, sabor y aceptabilidad, se observa que hay más preferencia por la muestra control y la sustitución al 5%, mientras que la sustitución al 20% presentó una baja aprobación por los jueces. Este resultado indica que a progresiva sustitución de harina de trigo por harina de basul germinado estos atributos tienden a obtener menor calificación.

Por otro lado, se puede apreciar que no hay diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en cuanto al olor, lo que la adición de harina de basul germinado no influye en el olor de los panes molde.

**Tabla 14.** Resultados de la evaluación sensorial de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado mediante la escala hedónica

Atributos	Tratamientos (%)				
	0	5	10	15	20
<b>Color</b>	7,67±1,10 <sup>a</sup>	7,04±1,14 <sup>ab</sup>	6,77±1,23 <sup>b</sup>	6,60±1,35 <sup>b</sup>	6,38±1,57 <sup>b</sup>
<b>Olor</b>	7,00±1,40 <sup>a</sup>	6,63±1,27 <sup>a</sup>	6,63±1,27 <sup>a</sup>	6,44±1,36 <sup>a</sup>	6,50±1,36 <sup>a</sup>
<b>Textura</b>	7,12±1,35 <sup>a</sup>	6,90±1,36 <sup>ab</sup>	6,52±1,21 <sup>ab</sup>	6,94±1,11 <sup>ab</sup>	6,27±1,40 <sup>b</sup>
<b>Sabor</b>	7,27±1,42 <sup>a</sup>	7,06±1,35 <sup>ab</sup>	6,56±1,60 <sup>abc</sup>	6,44±1,30 <sup>bc</sup>	6,23±1,83 <sup>c</sup>
<b>Aceptabilidad</b>	7,40±1,16 <sup>a</sup>	7,12±1,10 <sup>ab</sup>	6,58±1,29 <sup>bc</sup>	6,71±1,29 <sup>abc</sup>	6,38±1,62 <sup>c</sup>

Promedio  $\pm$  desviación estándar de la calificación obtenida por los 52 panelistas

<sup>ab</sup> superíndices con diferentes letras dentro de una fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

### Evaluación sensorial mediante el Método de perfil flash

El Análisis de Varianza del Procrustes Generalizado (Procrustes Analysis of Variance) se muestra en la tabla 15, donde se resume la validez de cada transformación o permutaciones del APG en términos de reducción de la variabilidad total. La etapa de traslación ( $F = 2,377$  y  $p$ -



valor = 0,007), la escalación ( $F = -0,059$  y  $p\text{-valor} < 0,0001$ ) y la rotación ( $F = 0,000$  y  $p\text{-valor} < 0,0001$ ) obtuvieron un impacto preponderante en la reducción de la variabilidad de las configuraciones, es decir, tiene una gran influencia significativa en la contribución de permutación sobre la variabilidad de las configuraciones.

**Tabla 15.** Análisis de varianza de Procrusteno (PANOVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Residuos después del escalamiento	-17	182.714	-10.748		
Escalamiento	17	10.808	0.636	-0.059	<0.0001
Residuos después de rotación	0	193.523			
Rotación	612	893.839	1.461	0.000	<0.0001
Residuos después de traslación	612	1087.361	1.777		
Traslación	153	646.181	4.223	2.377	0.007
Total corregido	765	1733.542	2.266		

### Evaluación de los jueces

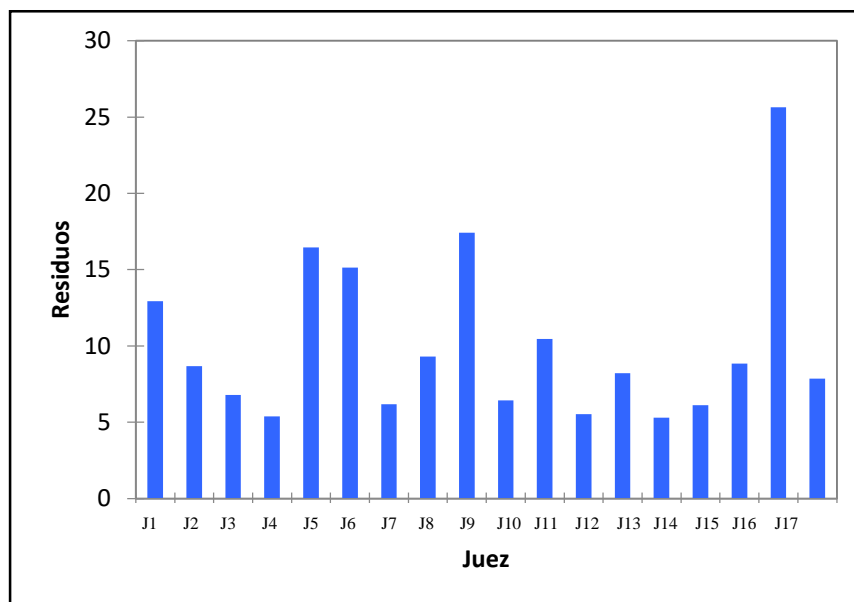
Para la evaluación sensorial por la técnica descriptiva perfil flash (PF), se contó con 18 jueces y la validación de los datos se realizó mediante la herramienta estadística AGP, el cual aproxima las configuraciones de cada juez a un consenso general.

La tabla 16 y la figura 4 muestran el residuo para cada juez de acuerdo con la evaluación del AGP. Se ve que el residuo del juez 17 (25,635) es mayor, por lo que se dice que este juez se encuentra lejos del consenso, es decir, los atributos que proporcionó son diferentes a los atributos de los otros jueces, ya que no percibe las muestras del mismo modo. Se observa un comportamiento similar en los jueces 11 (10.559), 9 (17,416), 8 (9,314), 6 (15.140), 5 (16,465) y 1 (12,934). Además, que los residuos de los otros jueces son similares entre sí.



**Tabla 16.** Residuo por juez resultado del APG

<b>RESIDUO POR JUEZ</b>			
<b>JUEZ</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>JUEZ</b>	<b>RESIDUO</b>
<b>Juez 1</b>	12,934	<b>Juez 10</b>	6,436
<b>Juez 2</b>	8,677	<b>Juez 11</b>	10,459
<b>Juez 3</b>	6,796	<b>Juez 12</b>	5,524
<b>Juez 4</b>	5,380	<b>Juez 13</b>	8,209
<b>Juez 5</b>	16,465	<b>Juez 14</b>	5,296
<b>Juez 6</b>	15,140	<b>Juez 15</b>	6,124
<b>Juez 7</b>	6,193	<b>Juez 16</b>	8,851
<b>Juez 8</b>	9,314	<b>Juez 17</b>	25,635
<b>Juez 9</b>	17,416	<b>Juez 18</b>	7,863

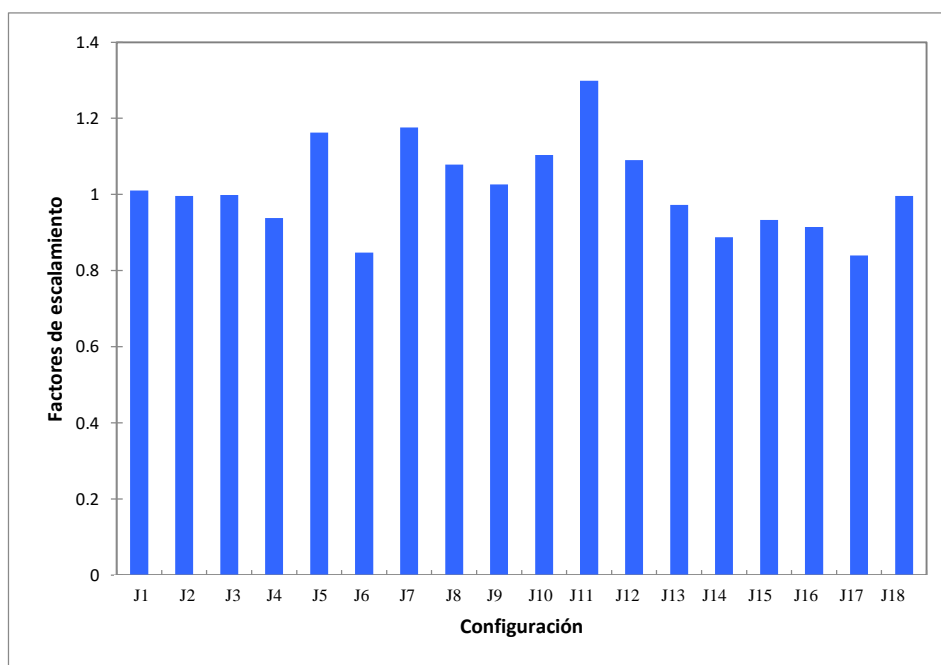


**Figura 4.** Residuo por juez resultado del APG

La tabla 17 y figura 5 muestran factores de puesta en escala del AGP. La evaluación de los jueces se dividió en dos grupos: es decir, los grupos con factor de reescalación inferior a 1 (jueces 2, 3, 4, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18) no utilizaron una escala tan amplia como los otros jueces y dieron menor cantidad de descriptores sensoriales; y el grupo con un factor de reescalamiento mayor a 1 (jueces 1, 5, 7, 8, 9, 10, 11 y 12) mostraron más descriptores y similares atributos sensoriales.

*Tabla 17.* Factores de reescalación por cada juez

FACTORES DE REESCALACION POR CADA UEZ			
JUEZ	FACTOR	JUEZ	RESIDUO
<b>Juez 1</b>	1,011	<b>Juez 10</b>	1,104
<b>Juez 2</b>	0,996	<b>Juez 11</b>	1,299
<b>Juez 3</b>	0,999	<b>Juez 12</b>	1,091
<b>Juez 4</b>	0,938	<b>Juez 13</b>	0,973
<b>Juez 5</b>	1,163	<b>Juez 14</b>	0,888
<b>Juez 6</b>	0,847	<b>Juez 15</b>	0,934
<b>Juez 7</b>	1,176	<b>Juez 16</b>	0,915
<b>Juez 8</b>	1,079	<b>Juez 17</b>	0,840
<b>Juez 9</b>	1,026	<b>Juez 18</b>	0,996



*Figura 5.* Factores de reescalación para cada juez

### Evaluación de los atributos generados por los jueces

Se evaluaron 5 muestras, donde cada juez generó su propio vocabulario (atributos), generando un total de 118 atributos.

En la tabla 18, se aprecia una lista final de atributos obtenidos en la primera sesión del Perfil Flash para la caracterización de pan de molde con sustitución parcial de harina de basul

germinado. Finalmente se presentaron 49 descriptores de los cuales 39% corresponden a atributos relacionados al sentido del tacto, 25% al sentido del gusto, 20% al sentido del olfato y 16% al sentido de la vista.

**Tabla 18.** Lista final de Atributos sensoriales

<b>Perfil flash</b>			
<b>Tacto</b>	<b>Gusto</b>	<b>Olfato</b>	<b>Vista</b>
Duro	Seco	Olor característico	Color claro
Suave	Insípido	Olor a tierra	Color opaco
Cohesividad	Sabor a grano	Olor a pan	Puntos negros
Resiliencia	Sabor a pajuro	Olor a hierba	Color blanco
Humedad	Astringente	Aroma a tostado	Corteza oscura
Poroso	Concentrado	Aroma a fermentado	Miga claro
Arenoso	Dulce	Olor a ranceado	Color marrón
Adhesivo	Amargo	Olor fuerte	Color oscuro
Compacto	Sabor a frejol	Olor a grano	
Desmoronamiento	Sabor a verdura	Olor a quemado	
Pegajoso	Sabor a hierba		
Esponjoso	Salado		
Grasoso			
Suavidad al tacto			
Estructura de miga compacta			
Blando			
Desmenuzable			
Adherente			
Corteza dura			

### **Evaluación de los niveles de sustitución**

Se elaboraron 5 formulaciones de pan molde a partir de harina de basul germinado, las formulaciones variaron en el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de basul germinado, así como se aprecia en la tabla 19, las muestras fueron codificadas con números aleatorios de 3 dígitos, se le dio a cada juez una tajada de cada muestra.



**Tabla 19.** Formulaciones y códigos de las muestras de pan molde con sustitución parcial de harina de basul germinado

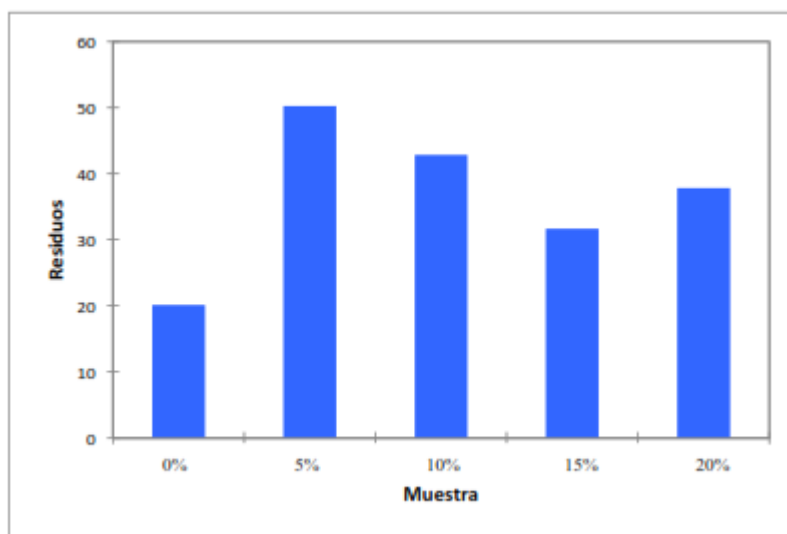
<b>Formulaciones (%)</b>	<b>Códigos</b>
0 (0,00)	120
5 (0,05)	805
10 (0,1)	429
15 (0,15)	675
20 (0,2)	382

La tabla 20 se aprecia el residuo por muestra después de las transformaciones del AGP. La muestra con código 120 (0%), obtuvo el residuo más bajo (20,099). Esto indica que el producto está sujeto a un consenso y no existe gran diferencia entre las calificaciones de los jueces para esta formulación, esto significa que todos coinciden en la forma de percibir la muestra. Por otro lado, el mayor residuo se obtuvo para la muestra 805 (5%) con 50,283, es decir, que el consenso entre los jueces es menor con respecto a esta muestra. En la figura 6 se observa el residuo por muestra resultado del AGP.

**Tabla 20.** Residuo por nivel de sustitución, resultado del AGP

<b>Muestra</b>	<b>Residuo</b>
0 (0.00)	20,099
5 (0,05)	50,283
10 (0,1)	42,831
15 (0,15)	31,656
20 (0,2)	37,845



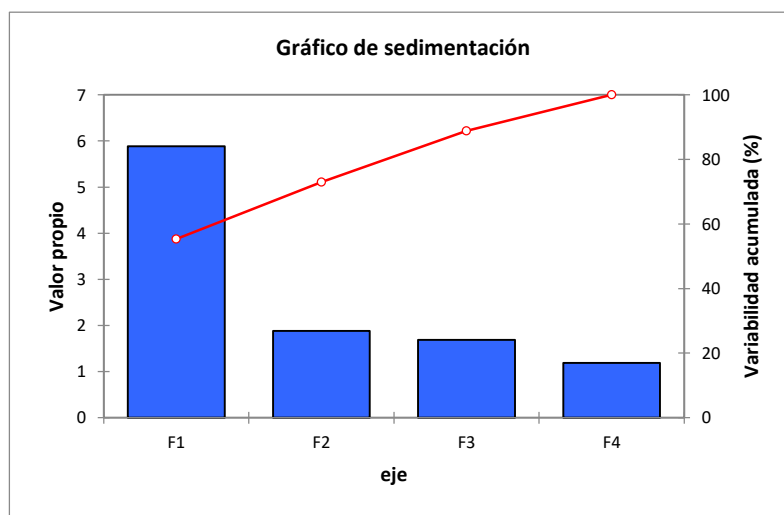


**Figura 6.** Residuos por nivel de sustitución

Los atributos sensoriales mostrados por los jueces se introdujeron al AGP, los descriptores generados durante La prueba del Perfil Flash fueron representados en dos dimensiones o ejes (F1=55,280 y F2=17,710), el cual explica el 72,990% de la variabilidad de los datos, como se muestra en la tabla 21 y figura 7.

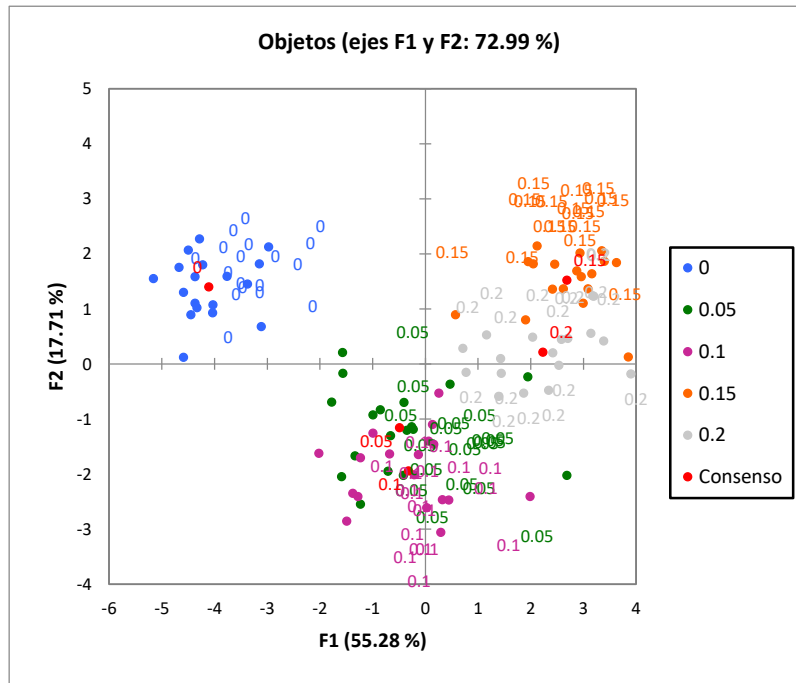
**Tabla 21.** Variabilidad (%) de valores propio

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
<b>Valor propio</b>	5,883	1,885	1,688	1,186
<b>Variabilidad (%)</b>	55,280	17,710	15,861	11,149
<b>% acumulado</b>	55,280	<b>72,990</b>	88,851	100,000



**Figura 7.** Variabilidad (%) de valores propios y variabilidad acumulada

En la figura 8 se muestra la ubicación de las muestras. donde se puede observar la formación de tres grupos en las dimensiones F1 y F2 (72,99%), apreciando que las muestras de 5 y 10% de sustitución son similares entre sí; análogos comportamientos ostentan las muestras de 15 y 20% (similares entre ellas), y la muestra de 0% (muestra control) es diferente a todas las muestras en estudio.



**Figura 8.** Espacio sensorial de muestras

En la figura 9 se observa el espacio sensorial de atributos generados por el por los jueces, en las dimensiones F1 y F2 (72,99%).

Si se relaciona la figura 8 y figura 9, se pueden observar las diferencias sensoriales entre las muestras, y los atributos que los caracteriza.



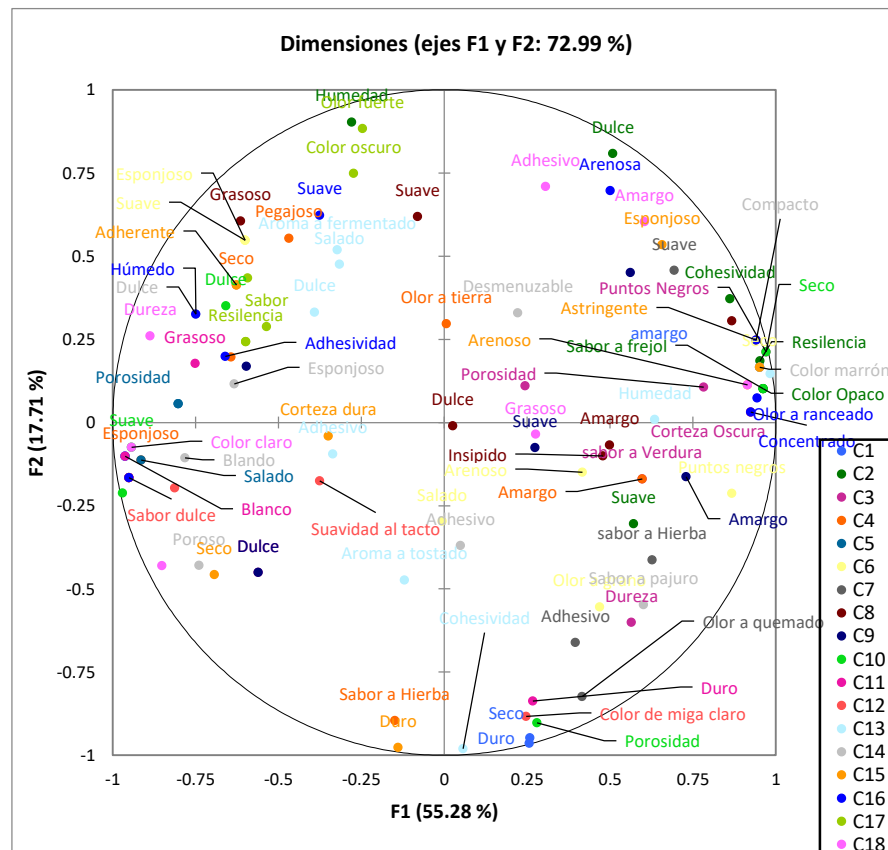


Figura 9. Espacio sensorial de atributos o descriptores

## 5.2 Contratación de hipótesis (si corresponde)

Ho: No existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$ )

Ha: Por lo menos la media de uno de los tratamientos es diferente a los demás ( $\mu_1 \neq \mu_k$ )

Si  $p > 0.05$ : entonces no existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se acepta la hipótesis nula.

Si  $p < 0.05$ : entonces sí existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

Realizando el análisis de cada uno de los factores de respuesta se tiene lo siguiente:

La significancia con respecto al contenido de proteínas del pan molde con sustitución parcial de harina por harina de basul germinado es de  $p = 0,0180$ , se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por lo que si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Este mismo comportamiento se observa para los componentes grasa y fibra cruda, siendo la significancia igual a 0,0009 y 0,0231 respectivamente. En cuanto al contenido de humedad y cenizas la significancia es igual a 0,2881 y 0,1660 respectivamente, por lo que

se acepta la hipótesis nula, que afirma que no existen diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos.

Respecto a las propiedades físicas, la significancia para el volumen específico, peso, N° de alveolos y % de área ocupado por los alveolos es 0,0001, 0,0143, 0,0208 y 0,0424 respectivamente, por lo que se acepta la hipótesis alterna, ya que  $p < 0,05$ , lo mismo sucede con los valores de color  $L^*(0,0001)$  y  $a^*(0,0001)$ . En cuanto al valor  $b^*$  la significancia fue igual a 0,0568, por lo que se acepta hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

En la evaluación sensorial mediante la escala hedónica, los atributos color, textura, sabor y aceptabilidad tuvieron una significancia de 0,0001, 0,0058, 0,0022 y 0,0004 respectivamente, por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula afirmando que si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Por otro lado, el atributo olor (0,2619) presento una significancia mayor a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, no existiendo así diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

### 5.3 Discusión

#### Análisis de los resultados

##### Proteínas

La Tabla Peruana de Composición de Alimentos indica que el % de proteínas de un pan molde es de 6,8% (MINSA/INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, 2017), en nuestros resultados los valores obtenidos son superiores, debido a la incorporación harina de basul germinado. Así mismo YANEZ (1998) realizó análisis de proteínas a panes con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frejol obteniendo para su mejor tratamiento (10%) 12,6% de proteína y este valor es inferior a todas las sustituciones que realizamos en este trabajo y esto se debe a que el basul es una muy buena fuente de proteína (20,50%).

##### Humedad

Con respecto al % de humedad no existen diferencias, el nivel de sustitución no influye en este análisis a diferencia de los estudios realizados por ZAVALETA (2010) en el enriquecimiento de pan con sustitución parcial de harina de trigo por harina de basul y pasta de basul, que



presentaron una humedad por encima del 9 %, de igual manera por SALAS (2017) en su trabajo de pan dulce enriquecido con harina de germinado de trigo, donde los contenidos de humedad de las muestras superaron el 8%. Según lo reportado, esto se debe a la temperatura y tiempo de horneado ya que en los trabajos ya mencionados lo realizaron a temperaturas superiores y menos tiempos (260 °C x 15 minutos y 180 °C x 15 minutos respectivamente).

### **Grasa**

Los resultados de este estudio muestran que los porcentajes de grasa esta entre 10,69 y 11,76, siendo mayores a los reportados por ALVARADO Y CERNA (2017) que trabajaron con harina de una legumbre (haba) obteniendo porcentajes de grasa entre 9,06 y 10,24. Por otro lado, SALAS (2017) al trabajar con harina de trigo germinado obtuvo porcentaje de grasa superiores a lo reportado en la investigación. Sin embargo, todos estos resultados son superiores al valor de la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (MINSA/INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, 2017), donde reporta que el pan molde tiene 5,2% de grasa. Estas diferencias se deben a la composición de cada fruto y a los porcentajes de insumos incorporados durante la elaboración de pan de molde.

### **Fibra**

UMAÑA et al., (2013), realizaron un trabajo de investigación con la finalidad de caracterizar harinas sin gluten reportando la fibra con 1,2%, por otro lado, CARVAJAL et al. (2013) desarrollaron una investigación sobre las propiedades químicas, térmicas y estructurales de las harinas de chachafruto dando por resultado 0,5% de fibra, lo que indica que los resultados obtenidos en la investigación que oscilan entre 0,89 y 1,65% se encuentran dentro de los parámetros determinados por estos autores.

### **Cenizas**

En cuanto al % de ceniza se observa que no existen diferencias y que el nivel de sustitución no influye en este análisis encontrado. De acuerdo a la NTS N°088-MINSA/DIGESA.V.01 (2010), en el pan de molde las cenizas no deben ser mayores al 4% y esto se cumple en nuestros resultados ya que el porcentaje de ceniza es menor de 1,43%. Esto se debe al bajo porcentaje de ceniza en la harina de basul donde D'AMORE (2016) reporta 2,6 % de ceniza para la harina proteica de basul.



### **Extracto libre de nitrógeno (ELN)**

Según la Tabla Peruana de Composición de Alimentos el % de carbohidratos de un pan molde es de 87,37 % (MINSA & INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, 2017), de acuerdo a nuestros resultados los valores obtenidos son inferiores, este hecho se le atribuye a la incorporación de harina de basul germinado. Diversos estudios donde se sustituyeron harina de leguminosas y cereales también mostraron similares comportamientos (CHARA, 2016; ARONE, 2015), por lo que se podría decir que a mayor sustitución menos es el porcentaje de extracto libre de nitrógeno. Así mismo, SANZ (2008) indica que las sustituciones en alimentos se hacen con la finalidad de aumentar el valor nutricional y mejorar una característica técnico-funcional en el producto.

### **Digestibilidad aparente**

El valor de la digestibilidad aparente obtenida fue de 85,83%, este valor fue superior a diversos trabajos de investigación entre los cuales están, LEON Y URBINA (2015), quienes elaboraron pan de molde enriquecido con harina de quinua obteniendo una digestibilidad aparente de 69,36%, de igual manera ESPINOZA et al. (2018) quienes elaboraron pan de molde enriquecido con harina de chíá obteniendo de los mejores tratamientos una digestibilidad aparente de 72,39 y 72,29% y DELGADO (2018) quien evaluó la calidad proteica de las semillas de basul cocido, tuvo como digestibilidad aparente 67,4%, esta diferencia podría estar asociada al proceso de germinado ya que el basul posee en su composición factores antinutricionales tales como fitatos y taninos, las cuales impiden una adecuada digestibilidad D'AMORE (2016) y el proceso de germinado mejora la digestibilidad reduciendo factores antinutricionales en las leguminosas SALAS (2017), razón por la cual se obtuvo un elevado porcentaje de digestibilidad.

### **Características físicas**

#### **Volumen específico**

El efecto de reemplazar harina de trigo por harina de basul germinado se ve influenciado en el volumen del pan molde, ya que se va reduciendo a medida que aumentan los porcentajes de sustitución. Los resultados son similares a los de ALVARADO Y ROSALES (2017) quienes hicieron un estudio elaborando pan molde con sustitución de harina de haba y harina de linasa



reportando un volumen de 4,304 a 5,011 cm<sup>3</sup>/g, además ZAVALETA (2010) indica que el volumen disminuye a medida que la sustitución va aumentando, nuestros resultados fueron similares ya que el mayor volumen lo obtuvieron la muestra control y la sustitución al 5% con 5,62 cm<sup>3</sup>/g.

### **Peso**

El peso del pan molde fue aumentando conforme al porcentaje de sustitución, esto se debe a la tendencia de absorción del agua en el pan, ya que se incrementa la cantidad de agua conforme se eleva el nivel de sustitución de las mezclas; CUTIPA (2014) presentó un estudio donde obtuvo un resultado similar al sustituir harina de trigo por harina de tarwi, demostrando que los panes con incorporación de harina de tarwi incrementaron su peso, por otro lado PINEDA Y VASQUEZ (2010) afirman que el peso de los panes incrementa proporcionalmente con la concentración de otras harinas.

### **Porosidad del pan**

De acuerdo a lo resultados obtenidos en este trabajo de investigación con respecto a la porosidad del pan molde se pudo apreciar que tanto para el número de alveolos y el porcentaje de área ocupados por el alveolo, presentaron una tendencia creciente de acuerdo al nivel de sustitución es decir a mayor sustitución mayor número de alveolos y mayor % de área ocupados por el alveolo, resultados similares se obtuvieron en el trabajo de investigación realizado por ARIAS (2015) donde se reportó una tendencia creciente para el número de alveolos y porcentaje de área ocupado por este. Esto se debe a que el número de alveolos presentes en la miga del pan dependen de la cantidad de burbujas de gas atrapadas durante la fermentación (BANU, 2012).

### **Color: L\*, a\* y b\***

En los resultados de color del pan molde, la variación de color se incrementa a medida que el porcentaje de sustitución va aumentando, estos resultados son muy similares al estudio realizado por VARGAS (2016) de pan molde blanco con sustitución parcial de harina de pajuro, donde el color del pan molde varía de acuerdo a los diferentes niveles de sustitución.



SCANLON Y ZGHAL (2001) citado por VARGAS (2016), en su investigación sobre las propiedades y estructura de la miga del pan, indican que en la miga las regiones con más fina estructura alveolar reflejan más la luz, en cambio un tamaño de alvéolo más grande refleja menos luz. Este enunciado coincide con nuestros resultados ya que el valor  $L^*$  (Luminosidad) resultó ser mayor para la muestra control y para la sustitución al 5% que fue el tratamiento con menor sustitución.

## **Características sensoriales**

### **Escala hedónica**

El número de jueces que participaron en la evaluación sensorial en escala hedónica fue de 52 jueces, todos ellos consumidores, este número es superior a los trabajos de investigación realizados por QUISPE (2019) en pastas, con la participación de 50 consumidores, PAUCAR (2016), en cupcakes con la participación de 45 consumidores (niños) y LEON Y URBINA (2015), en pan molde, con la participación de 30 consumidores.

Los resultados reportados en el trabajo de investigación realizado por CUTIPA (2014) y GUERRA (2014) en la elaboración de pan molde con sustituciones parciales muestran que, según el porcentaje de sustitución, disminuye el nivel de satisfacción del consumidor conforme al sabor, lo mismo sucedió en este trabajo de investigación ya que las muestras más aceptadas fueron las de menor sustitución, la muestra control y la de 5% de sustitución.

En cuanto al color la muestra más oscura y menos preferida por los jueces fue la de 20% y las más aceptadas fueron la muestra control y el 5% de sustitución, estos resultados son similares a lo reportado por GUERRA (2014) donde el pan molde con mayor porcentaje de sustitución fue la menos aceptada ya que el color de los panes molde se incrementa de forma directamente proporcional al porcentaje de sustitución.

Por otro lado, en la evaluación sensorial del atributo textura hubo diferencias significativas ya que los jueces percibieron grandes diferencias en cuanto a la muestra control y a la muestra con 20% de sustitución, ya que mientras mayor era la cantidad de harina de basul germinado en el pan, la miga era un poco más dura, se reportaron resultados similares en el estudio realizado por GUERRA (2014).

En cuanto a la aceptabilidad del pan de molde hubo diferencias entre el control y 20% de sustitución. Siendo el pan con 100% de harina trigo la muestra más aceptada, seguida por la

muestra con 5% de harina de basul germinado, similares resultados fueron reportados por GUERRA (2014).

### **Mediante la técnica de Perfil flash**

El número de jueces que participaron en la evaluación con la técnica de perfil flash fueron 18, y este número fue superior a la cantidad de jueces utilizados por BARCENAS et al. (2004) en la evaluación sensorial de quesos de leche de oveja con la participación de 12 jueces, DÜRRSCHMID Y ROHM (2009) en la evaluación de chocolates oscuros con la participación de 15 jueces e inferior al número de jueces usados por TAREA et al. (2007) y HUAMAN Y HURTADO (2015) quienes contaron con la participación de 20 jueces, respectivamente no tan significativo ya que la diferencia en jueces es de 2 en cuanto a este trabajo.

En el presente trabajo 7 fueron los jueces que presentaron residuos altos (es decir aquellos que no percibieron las muestras de la misma manera y estaban alejados del consenso), estos resultados fueron superiores al número de jueces con residuos altos (4 jueces) en el trabajo de HUAMÁN Y HURTADO (2015), esta diferencia se debe a que nuestros jueces con residuos altos tuvieron dificultades en cuanto a la percepción de diferentes atributos para un producto. Durante la evaluación del PF, hubo jueces que no presentaron una escala amplia de atributos y otros si, según DELARUE Y SIEFFERMANN (2004), las diferencias que se encontraron en el uso de atributos entre los jueces, se debe a que en el perfil flash los jueces no están obligados a usar los mismos descriptores, por otro lado, BARCENAS et al. (2004) afirman que las diferencias en los atributos sensoriales generados por los jueces se pueden explicar debido a las diferencias en las percepciones sensoriales de los jueces, además DELARUE Y SIEFFERMANN (2004) mencionan que estas diferencias se debe a factores exclusivos como cuestiones culturales, situaciones socio-demográficas, edad, aspectos cognitivos, actitudinales y familiaridad con el producto.

La cantidad de atributos generados durante la evaluación del PF (118 atributos) fue superior a investigaciones que utilizaron el Perfil Flash como: HUAMAN Y HURTADO (2015) quienes reportaron 97 atributos en la caracterización sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*; RAMIREZ, et al. (2009) 50 atributos en la Caracterización sensorial del camarón ahumado; RAMIREZ, et al. (2010) indicaron un total de 58 atributos en la Correlación entre el perfil descriptivo cuantitativo y perfil flash de hamburguesas de pescado barrilete negro y



RAMIREZ et al. (2011), reportaron un total de 18 atributos. La variabilidad entre la cantidad de atributos de este trabajo en comparación con los trabajos mencionados puede ser explicada por la cantidad de jueces empleados y por el tipo de producto a evaluar, ya que la presente investigación estuvo conformada por 18 jueces a diferencia de 5, 5,4 jueces utilizados en los tres últimos trabajos de investigación mencionados. Además, DELARUE Y SIEFFERMANN (2004) afirman que un equipo de jueces sin entrenamiento, tienen un vocabulario muy espontáneo.

En el estudio realizado por HUAMAN Y HURTADO (2015) las inclinaciones en la generación de atributos están relacionadas al sentido del gusto, en el presente trabajo, la mayoría de los atributos corresponden al sentido del tacto con un 38% y al sentido del gusto con un 24%, esta diferencia podría explicarse debido al tipo de producto que se analizó ya que durante la evaluación en este trabajo a parte de degustar el producto también fue importante evaluar la textura de este ya que también es importante percibir la textura del pan molde.

En los estudios realizados por RAMÍREZ, et al. (2009), RAMIREZ et al. (2010), RAMIREZ, et al. (2011) y HUAMAN Y HURTADO (2015), se aprecian formación de grupos en las dimensiones F1 y F2, estos resultados son similares al obtenido en este trabajo ya que se formaron diferentes grupos en ambas dimensiones por lo que se explica que los jueces diferenciaron los diferentes niveles de sustitución.

Los tratamientos con 15% y 20% de sustitución (ubicados en la zona positiva de las dimensiones 1 y 2) han sido caracterizados por los atributos a sabor dulce, puntos negros, color opaco, textura adhesiva y apariencia esponjosa. Como se puede apreciar a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución con harina de basul germinado, cambia a color opaco y puntos negros; pero se mantiene el sabor dulce y apariencia esponjosa, no se aprecia sabor a hierba ni textura dura; por lo que se podría deducir que estas muestras presentaron mejor comportamiento que las de 5% y 10% de sustitución, a excepción del atributo color.





## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

El incremento de la sustitución de harina de basul germinado influye sobre el porcentaje de proteína, fibra cruda, grasa y extracto libre de nitrógeno, pero no influye en la humedad y el porcentaje de cenizas.

La muestra con mayor porcentaje de proteína tuvo un elevado porcentaje de digestibilidad aparente.

La sustitución no favorece a las características físicas de pan molde, ya que a mayor sustitución el volumen específico disminuye y se produce oscurecimiento en la miga, en cuanto a la porosidad, el número de alveolos y el % de área ocupado incrementan de acuerdo al nivel de sustitución.

La evaluación sensorial mediante escala hedónica se permitió determinar que aparte de la muestra control, el pan molde con 5% de sustitución tuvo mayor aceptación en cuanto al atributo sabor, color y aceptabilidad, presentando 13,47% de proteína y un elevado volumen específico, en cuanto a la evaluación sensorial mediante la técnica de perfil flash, permitió determinar diferentes atributos relacionados al sentido del gusto, olfato, tacto y vista con respecto a las diferentes formulaciones de pan molde.

#### 6.2 Recomendaciones

Se recomienda, realizar sustituciones utilizando diferentes granulometrías para la harina, elaborando un producto ya sea en panificación, de igual manera se recomienda quitar la cascarilla del fruto para mejorar la apariencia del pan.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AACC International.** *Approved methods of american association of cereal chemists.* 11th ed. Methods 32-05.01 and 32-21.01. St. Paul, MN. 1999.

**ACERO DUARTE, L. E.** *Guía para el cultivo y aprovechamiento del Chachafruto o Balú (Erythrina edulis),* 2007. (Segunda ed). Colombia: CAB, Ciencia y tecnología.

**ALVARADO CORDOVA, Elizabeth Imelda; CERNA ROSALES, Elmer John.** *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de haba (Vicia Faba) y harina de linaza (Linum usitatissimum) en la elaboración de pan de molde.* 2017

**AMARAL, A. C.** *Prenatal protein malnutrition decreases KCNJ3 and 2DG activity in rat prefrontal cortex.* Neuroscience, 2015, vol. 286, p. 79-86.

**ANTEZANA, Ricardo Nahuel Valenzuela.** *Efecto de la germinación y cocción en las propiedades nutricionales de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.).* Revista de Investigaciones Altoandinas-Journal of High Andean Research, 2015, vol. 17, no 2, p. 169-172.

**ARANGO BEDOYA, Oscar.** *Obtención de un extracto proteico a partir de harina de chachafruto (Erythrina edulis),* SECCIÓN ARTÍCULOS ORIGINALES, REVISTA UNIVERSIDAD Y SALUD, 2012. págs. Vol. 14(2) Págs. 161 - 167.

**AOAC;** *Métodos de análisis de la asociación oficial de química analítica para determinar humedad, fibra, cenizas, grasa y proteína,* chapter 32: 1, 2, 5 y 14, Washintong. U.S.A., 2003.

**ARAUJO ABANTO, Víctor Augusto.** *Estudio taxonómico e histológico de seis especies del género Erythrina L.(Fabaceae).* 2005.

**ARIAS INSUASTI, Tanya Fernanda.** *Evaluación del efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum spp) por harina de banano Cavendish (Musa acuminata) grado de madurez 3 sobre las características de masa y pan.* 2015. Tesis de Licenciatura.

**ARONE PALOMINO, Herson Danny.** *Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (chenopodium quinoa willd) y chia (salvia hispanica l.).* 2015.



**BANU, Iuliana.** Effect of the addition of wheat bran stream on dough rheology and bread quality. *Food Technology*, 2012, vol. 36, no 1, p. 39-42.doi:

**BARCENAS, P.; ELORTONDO, FJ Pérez; ALBISU, M.** Projective mapping in sensory analysis of ewes milk cheeses: A study on consumers and trained panel performance. *Food Research International*, 2004, vol. 37, no 7, p. 723-729.

**BARRERA MARÍN, Nancy; MEJÍA LEUDO, Mercedes.** *Chachafruto, balú, sachaporoto; Erythrina edulis, Triana. Pasado, presente y futuro.* 1994.

**BEGOÑA OLMEDILLA, Alonso.** *Papel de las leguminosas en la alimentación actual. Actividad dietética*, 2010, vol. 14, no 2, p. 72-76.

**CALAVERAS, J.** *"Nuevo Tratado de panificación y bollería"*. Segunda edición. Editorial Mundi Prensa Libros S. A. España, 2004.

**CÁRDENAS, Simón Escamilo.** *El Pajuro (Erythrina edulis) alimento andino en extinción.* Investigaciones sociales, 2012, vol. 16, no 28, p. 97-104.

**CARRERA, P.** *Sustitución de la harina de trigo por quinua (Chenopodium quinoa) precocida en la elaboración de pan.* Tesis para optar el Título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú, 1995.

**CARVAJAL, Erika N. Álzate; CASTAÑO, Víctor Dumar Quintero; AGUIRRE, Juan Carlos Lucas.** *Determinación de las propiedades térmicas y composicionales de la harina y almidón de chachafruto (Erythrina Edulis Triana Ex Micheli).* *Temas Agrarios*, 2013, vol. 18, no 2, p. 21-35.

**COSINGA CUTTI, Lucho.** *Optimización de parámetros fisicoquímicos de pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum Aestivum) por harinas de arracacha (Arracacia Xanthorrhiza L.) y quinua (Chenopodium Quinoa Willc).* 2016.

**CHAMORRO MATOS, Rodrigo Alfredo; ALEGRE MUÑOZ, Karen Isabel.** *Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña (Phaseoleus vulgaris L.) y tarwi (Lupinus mutabilis).* *Revista de investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2010, vol. 1, no 1.



**CHARA HUAYNA, David, Carlos.** *Optimización de formulación de premezcla para la elaboración de queque con sustitución parcial de harina de tarwi (Lupinus mutabilis sweet) y quinua (Chenopodium quinoa willd) y evaluación de su vida útil.* 2016.

**DAIROU, V.; SIEFFERMANN, J.-M.** *Una comparación de 14 atascos caracterizados por un perfil convencional y un método original rápido, el perfil de flash.* *Journal of food science*, 2002, vol. 67, no 2, pág. 826-834.

**DELARUE, Julien; SIEFFERMANN, Jean-Marc.** *Mapeo sensorial con perfil Flash. Comparación con un método descriptivo convencional para la evaluación del sabor de los productos lácteos de frutas. Calidad y preferencia de los alimentos.* 2004 vol. 15, no 4, p. 383-392.  
[www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329303000855](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329303000855)

**DELGADO, Natalia; ALBARRACÍN, William.** *Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (Chenopodium Quinoa W) y chachafruto (Erythrina edulis): potenciales extensores cárnicos.* *Vitae*, 2012, vol. 19, no 1, p. S430-S432.

**DELGADO SORIANO, Víctor Daniel.** *Calidad proteica de las semillas de pajuro (Erythrina edulis triana) sometidas a cocción tradicional y extrusión.* 2018.

**DE LA CRUZ QUISPE, Wiler Hugo.** *Complementación proteica de harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de quina (Chenopodium quinoa Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil.* 2009.

**DIARIO EL PERUANO.** *Consumo de pan aumentaría 3%.* Lima (2012, Julio).

**ENDES (ENCUESTA DEMOGRÁFICA Y DE SALUD FAMILIAR).** *Estado de la Niñez Indígena en el Perú*, 2009. Disponible en: [https://www.unicef.org/peru/spanish/ENI\\_2019.pdf](https://www.unicef.org/peru/spanish/ENI_2019.pdf)

**ESPINOZA CÓRDOVA, Gaby.** *Análisis químico proximal de granos y harina de “Pajuro” (Erythrina edulis) y elaboración de una bebida proteica con sabor a chocolate.* 2018.

**ESPINOZA EUSEBIO, Lisette; LUDEÑA AVALOS, Fredy Jonathan.** *Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (salvia hispánica l.) desgrasada y sin desgrasar.* 2018.

**EZPINOZA ATENCIA, ELI.** *Evaluación sensorial de alimentos.* 1º Edición. 2003.



**FAO.** *El estado de la seguridad alimentaria y nutrición en el mundo.* Roma, 2017.

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo,* 2015. Mapa del hambre 2015 de la FAO. Disponible en:<http://www.fao.org/hunger/es>

**FLORES VERA, Natlia Andrea.** *Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Universidad de Chile.* Departamento de ciencia de los alimentos y tecnología, Universidad de Chile- facultad de ciencias químicas y farmacéuticas. Santiago de Chile. 2015.

**GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC.** *El Plan de Gestión del Riesgo de Incendios Forestales para la Región Apurímac 2017 – 2021.* Proceso colaborativo realizado con el apoyo del Programa Bosques Andinos de HELVETAS Swiss Intercooperation en coordinación con el Programa Regional Sacha Tarpuy del Gobierno. 2017

**GUERRA LUDEÑA, Andrea Analy.** *Estudio de la utilización de la harina de mashua (tropaeolum tuberosum) en la obtención del plan de molde.* 2014. Tesis de Licenciatura. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. FACULTAD: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

**HANDA, V., KUMAR, V., PANGHAL, A., SURJ, S., KAUR, J.** *Effect of soaking and germination on physicochemical and functional attributes of horsegram flour.* *J Food Sci and Tech*, 54(13),4229-4239, 2017.

**HUAMÁN LLAJA, María Alicia; HURTADO DE MENDOZA MERINO, Karen.** *Caracterización sensorial de salsa a base de Pleurotus ostreatus, cultivados en mazorcas de cacao (Theobroma cacao L.).* 2015.

**HÜBNER, Florian; ARENDT, Elke K.** *Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: a review.* *Critical reviews in food science and nutrition*, 2013, vol. 53, no 8, p. 853-861.



**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, (INEI).** *Encuesta demográfica y de salud familiar ENDES 2014*, Perú, 2015.

**LEÓN LÓPEZ, Alicia Amarilia; URBINA CASTILLO, Karen Yesenia.** *Formulación, evaluación nutricional y sensorial del pan de molde integral enriquecido con quinua (*chenopodium quinoa*), cañihua (*chenopodium pallidicaule*) y chia (*salvia hispánica l.*). 2015.*

**LUCERO PAREDES, Madeleine Shirley. 2010.** *Caracterización fisicoquímica y sensorial del pan francés con sustitución parcial de harina de maíz "chuncho" (*Zea mays L.*) y adición de harina de plátano (*Musa paradisíaca*) como fibra.* Departamento académico de ciencias tecnología e ingeniería de alimentos, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria- Perú: s.n., 2010

**MILLIS, Richard M.; OFFIAH, Godwin U.** *Dietary protein deficiency in pregnant mice and offspring.* Life sciences, 2007, vol. 80, no 13, p. 1184-1188.

**MINISTERIO DE SALUD.** *Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. NTS N° 088 MINSA/DIGESA-V.01, aprobada mediante R.M. No 1020-2010/MINSA 1 Ministerio de Salud.* 2010. Dirección General de Salud Ambiental.

**MINSA/INSTITUTO NACIONAL DE SALUD.** *Tablas Peruanas de Composición de los Alimentos. 2017.* Recuperado de: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

**PAUCAR MENACHO, Luz María, et al.** *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar.* Scientia agropecuária, 2016, vol. 7, no 2, p. 121-132.

**PASCUAL CHAGMAN, Gloria; ZAPATA HUAMÁN, Joaquín.** *Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum L.* por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus L.*, usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan.* Revista de la sociedad química del Perú, 2010, vol. 76, no 4, p. 377-388.

**PERALTA.** *Instalación de módulos demostrativos para la crianza de animales menores con la especie de basul en la provincia de Andahuaylas - Apurímac.* Convenio marco de cooperación interinstitucional entre la Universidad Nacional José María Arguedas y la Asociación Paz y Desarrollo. 2014



**PINEDA, B. Y VÁSQUEZ L.** *Evaluación Físico-química y Sensorial de pan, suplementado con diferentes concentraciones de harina de papa en el evento del Séptimo Congreso Nacional de Ciencia y tecnología de Alimentos, Guanajuato - Colombia 2010.*

**PONCE DE LEÓN, Carolina.** *Utilidad en la alimentación de algunas semillas germinadas: brotes de soja y trigo.* Departamento de Nutrición y Bromatología II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense

**QUISHPE QUISHPE, Sandra Irene.** *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo, por harinas precocidas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*) en la calidad sensorial de la pasta.* 2019. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

**RAMIREZ RIVERA, Emmanuel de Jesús.** *Caracterización sensorial del camarón ahumado (*Litopenaeus vannamei*) mediante la técnica perfil flash.* *Ciencia y Mar*, 2009, vol. 13, no 38, p. 27-34. <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciaymar/2009/no38/3.pdf>

**RAMIREZ RIVERA, Emmanuel de Jesús.** *Correlación entre el perfil descriptivo cuantitativo y perfil flash de hamburguesas de pescado barrilete negro (*Euthynnus lineatus*).* *Nacameh*, 2010, vol. 4, no 2, p. 55-68.

file:///C:/Users/Concasa/Downloads/Dialnet-CorrelacionEntreElPerfilDescriptivoCuantitativoYPE-3646516%20(4).pdf

**RAMIREZ RIVERA, Emmanuel de Jesús.** *Caracterización sensorial y análisis de las preferencias de los consumidores de frituras tipo chips de malanga (*Colocasia esculenta*).* *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2011, vol. 2, no 2, p. 277-292. <https://core.ac.uk/download/pdf/27176246.pdf>. De Madrid. Madrid. España. ISSN: 0366-3272. 2013

**RIVERA, Emmanuel de Jesús Ramírez.** *Correlación entre el perfil descriptivo cuantitativo y perfil flash de hamburguesas de pescado barrilete negro (*Euthynnus lineatus*).* *Nacameh*, 2010, vol. 4, no 2, p. 55-68.

**ROCA REY, B.** *Pajuro (Estrategía Regional Forestal del cusco).* RPP. Perú: RPP. 2014.

**ROSADO, Gorge L, CAMACHO, Solís Rafael y BOURGUES, Hector.** *Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en Mexico.* salud pública de México, 1999. vol.41, no.2.



**SANZ PONCE, N.** *Desarrollo de panes especiales con amaranto* 2008. Tesis de maestría Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

**SALAS, Mariana.** *Desarrollo de pan dulce enriquecido con harina de germinado de trigo (Triticum aestivum AN-91-98)*. Universidad Nacional Agraria "Antonio Narro". México, 2017.

**SCHROTH, A.** *Un hogar peruano compra pan envasado 8 veces al año. La Republica-Economia*. Lima. (2015, May).

**SENA (SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE).** *Manual sobre el Proceso de panificación*. Subdirección Técnico. Bogotá: subdirección Técnico- Pedagógica, 1985. Vol. 2da edición, 1985.

**SILVA, Samuel.** *Evaluación de propiedades tecno-funcionales que provee la harina de pajuro (Erythrina edulis) a las redes estructurales de Muffins*. Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 2015, vol. 1, no 1.

**SOTELO MENDEZ, Alejandrina; AYALA ESPINOZA, Mauro.** *Manual de evaluación biológica de los alimentos*. Universidad Nacional Agraria la Molina. 2006

**TAREA, S; CUVELIER, G; SIEFFERMANN, J. M.** *Sensory evaluation of the texture of 49 commercial apple and pear purees*. *Journal of Food Quality*, 30(6), 1121–1131. 2007 Disponible en: <http://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2007.00174.x>

**THAMKE, Inés; DÜRRSCHMID, Klaus; ROHM, Harald.** *Descripción sensorial de chocolates oscuros por los consumidores*. *LWT-Food Science and Technology*, 2009, vol. 42, no 2, pág. 534-539.

**TEJERO, F.** *Aprender a hacer pan es fácil (Montagud E)*. Barcelona: Montagud Editores, 2003. <http://doi.org/84-7212-089-9>

**UMAÑA, Jairo; LOPERA, Seneida; GALLARDO, Cecilia.** *Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación*. *Alimentos Hoy*, 2013, vol. 22, no 29, p. 33-46.)

**VARGAS VILLENA, Emigdio.** *Caracterización fisicoquímica de pan molde blanco con sustitución parcial de harina de pajuro (Erythrina edulis)*. 2016.





**VIDAURRE RUIZ, Julio.** *Influence of tara gum and xanthan gum on rheological and textural properties of starch-based gluten-free dough and bread.* European Food Research and Technology, 2019, vol. 245, no 7, p. 1347-1355.

**YÁNEZ, Enrique, et al.** *Fortificación del pan con harina de frejoles (phaseolus vulgaris, l) II. Valor nutritivo del pan fortificado.* Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1989, vol. 39, no 4, p. 620-630.

**ZAVALETA, Wagner.** *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum L.) con harina y pasta de pajuro (Erythrina edulis Triana) para la elaboración de pan enriquecido.* Aporte Santiaguino, 2010, vol. 3, no 1, p. 75-85.



## ANEXOS

## Anexo 1. Plan de tratamiento de datos y resultados obtenidos

## a) proteína total

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Proteína (%)
CONTROL (0%)	1	1	13.11
	2	2	13.38
	3	3	13.33
5%	4	1	13.32
	5	2	13.41
	6	3	13.5
10%	7	1	13.51
	8	2	13.58
	9	3	13.5
15%	10	1	13.38
	11	2	13.89
	12	3	13.73
20%	13	1	13.71
	14	2	13.76
	15	3	13.68

## b) Humedad

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Humedad (%)
CONTROL (0%)	1	1	5.42
	2	2	4.75
	3	3	4.96
5%	4	1	7.54
	5	2	5.44
	6	3	5.23
10%	7	1	4.91
	8	2	5.35
	9	3	5.79
15%	10	1	4.6
	11	2	5.43
	12	3	4.56
20%	13	1	5.68
	14	2	5.18
	15	3	5.75

c) **Grasas**

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Grasa (%)
CONTROL (0%)	1	1	11.64
	2	2	11
	3	3	11.55
5%	4	1	11.68
	5	2	11.89
	6	3	11.7
10%	7	1	11.19
	8	2	11.29
	9	3	11.12
15%	10	1	10.79
	11	2	10.4
	12	3	10.88
20%	13	1	11.61
	14	2	11.7
	15	3	11.47

d) **Fibra cruda**

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Fibra cruda (%)
CONTROL (0%)	1	1	0.57
	2	2	1.2
	3	3	0.88
5%	4	1	0.79
	5	2	0.63
	6	3	1.24
10%	7	1	0.94
	8	2	1.06
	9	3	1.21
15%	10	1	1.73
	11	2	1.69
	12	3	1.52
20%	13	1	1.19
	14	2	1.15
	15	3	1.8

## e) Cenizas

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Ceniza (%)
CONTROL (0%)	1	1	1.14
	2	2	0.95
	3	3	0.78
5%	4	1	1.35
	5	2	1.01
	6	3	1.21
10%	7	1	1.31
	8	2	1.2
	9	3	1.57
15%	10	1	1.25
	11	2	1.36
	12	3	1.24
20%	13	1	1.88
	14	2	1.22
	15	3	1.2

## f) Extracto libre de nitrógeno (ELN)

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Extracto libre de nitrógeno (ELN) (%)
CONTROL (0%)	1	1	68.12
	2	2	68.72
	3	3	68.5
5%	4	1	65.32
	5	2	67.62
	6	3	67.12
10%	7	1	68.14
	8	2	67.52
	9	3	66.81
15%	10	1	68.25
	11	2	66.79
	12	3	68.07
20%	13	1	65.93
	14	2	66.99
	15	3	66.1



## g) Volumen específico

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Réplicas	Volumen (ml)	Masa (g)	Volumen específico (ml/g)
CONTROL (0%)	1	1	1622	327.3	68.12
	2	2	1677	330.7	68.72
	3	3	1579	320.1	68.5
5%	4	1	1703	309.8	65.32
	5	2	845	151	67.62
	6	3	1762	306	67.12
10%	7	1	1386	307.2	68.14
	8	2	1425	313.7	67.52
	9	3	1447	315.4	66.81
15%	10	1	1272	315.2	68.25
	11	2	1257	324.2	66.79
	12	3	1331	317.4	68.07
20%	13	1	1218	311.6	65.93
	14	2	1215	322	66.99
	15	3	1307	327.8	66.1

## h) Peso (g)

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Peso (g)
CONTROL (0%)	1	1	327.3
	2	2	330.7
	3	3	320.1
5%	4	1	309.8
	5	2	308.3
	6	3	306
10%	7	1	307.2
	8	2	313.7
	9	3	315.4
15%	10	1	315.2
	11	2	324.2
	12	3	317.4
20%	13	1	311.6
	14	2	322
	15	3	327.8



## i) N° de alveolos

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	N° de alveolos
CONTROL (0%)	1	1	254
	2	2	244
	3	3	304
	4	4	266
	5	5	274
	6	6	384
5%	7	1	311
	8	2	349
	9	3	257
	10	4	299
	11	5	306
	12	6	328
10%	13	1	338
	14	2	452
	15	3	445
	16	4	365
	17	5	413
	18	6	374
15%	19	1	281
	20	2	417
	21	3	416
	22	4	347
	23	5	290
	24	6	281
20%	25	1	331
	26	2	264
	27	3	485
	28	4	425
	29	5	319
	30	6	525

## j) % de área ocupada por los alveolos

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	Área total (%)
CONTROL (0%)	1	1	19.354
	2	2	15.756
	3	3	16.165
	4	4	21.637
	5	5	21.304
	6	6	19.124
5%	7	1	24.969
	8	2	23.97
	9	3	26.137
	10	4	21.381
	11	5	23.472
	12	6	20.126
10%	13	1	24.131
	14	2	26.658
	15	3	23.975
	16	4	20.299
	17	5	16.04
	18	6	15.375
15%	19	1	33.165
	20	2	28.879
	21	3	29.78
	22	4	24.05
	23	5	16.585
	24	6	26.567
20%	25	1	27.224
	26	2	14.433
	27	3	27.592
	28	4	24.878
	29	5	28.295
	30	6	25.63

## k) Índices de color: L\*, a\* y b\*

Muestras (sustituciones)	Observaciones	Replicas	L*	a*	b*
CONTROL (0%)	1	1	76.1	5.28	24.87
	2	2	74.36	5.54	24.33
	3	3	77.71	5.07	24.05
5%	4	1	65.33	5.14	22.56
	5	2	66.28	5.98	24.22
	6	3	66.07	5.32	23.14
10%	7	1	63.98	6.59	23.29
	8	2	63.64	6.84	22.5
	9	3	63.95	7.45	24.62
15%	10	1	62.44	8.17	24.55
	11	2	61.28	9.39	25.88
	12	3	61.06	8.52	25.68
20%	13	1	58.66	7.34	24.27
	14	2	57.09	7.96	24.46
	15	3	59.73	7.1	23.04





**l) Evaluación sensorial mediante escala hedónica respecto al color, olor y textura**

Jueces N°	Color					Olor					Textura				
	Muestras					Muestras					Muestras				
	0%	5%	10%	15%	20%	0%	5%	10%	15%	20%	0%	5%	10%	15%	20%
1	8	8	6	6	6	9	6	6	6	7	9	4	4	6	4
2	8	9	8	9	7	8	8	7	8	7	7	9	9	8	7
3	9	6	8	6	7	9	6	7	6	7	8	7	7	7	6
4	8	8	7	7	7	6	7	7	7	7	8	8	8	8	7
5	9	8	8	6	7	8	7	7	6	7	8	6	6	7	8
6	8	7	7	7	6	7	7	7	8	7	6	7	7	7	7
7	5	6	7	7	6	4	5	7	6	6	4	6	6	6	6
8	6	7	7	7	8	7	6	7	7	7	6	6	6	7	7
9	7	8	8	8	9	5	6	8	8	7	7	7	7	8	7
10	7	6	8	6	7	8	6	8	7	6	7	8	8	7	6
11	7	7	5	8	7	6	7	7	6	6	6	7	7	6	6
12	9	8	4	9	8	9	6	4	9	8	9	6	6	8	6
13	7	7	8	7	7	7	8	7	8	8	8	7	7	7	6
14	9	8	8	9	9	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8
15	7	8	8	8	6	7	7	8	7	7	6	7	7	7	6
16	8	7	7	6	4	6	7	4	6	6	8	9	9	9	8
17	8	8	7	9	7	8	9	8	8	7	8	8	8	9	7
18	6	5	7	7	8	5	6	6	7	8	7	5	5	8	7
19	9	6	7	6	7	8	7	8	6	7	7	6	6	6	6
20	8	7	7	3	6	5	5	5	2	5	7	7	7	5	6
21	8	7	4	5	7	5	6	3	6	7	7	4	4	5	4
22	8	7	8	7	7	7	8	9	8	7	6	9	9	7	5
23	7	6	5	4	5	8	4	4	4	6	7	5	5	4	5
24	7	5	4	7	6	8	5	5	6	7	7	6	6	8	6
25	8	8	6	6	6	8	5	5	5	5	9	9	9	6	6
26	7	8	8	7	6	6	7	6	6	4	9	7	7	8	5
27	7	7	7	6	8	6	5	6	7	8	6	6	6	6	7
28	6	7	7	7	5	8	8	8	7	7	8	8	8	8	8
29	8	7	8	7	7	8	8	7	7	7	8	8	8	7	7
30	8	6	6	6	5	7	7	8	6	6	6	7	7	7	7
31	9	8	6	6	6	8	7	7	6	6	9	8	8	7	8
32	9	8	7	7	7	9	8	7	7	7	9	8	8	7	6
33	8	7	8	7	8	8	7	9	7	8	7	7	7	8	8
34	8	5	7	8	4	7	6	6	7	9	7	7	7	8	5
35	8	7	8	8	8	7	6	8	7	7	8	7	7	8	8
36	7	8	6	4	3	8	8	8	7	8	6	4	4	5	8
37	8	9	8	8	7	7	8	8	7	7	9	9	9	7	5
38	7	9	9	7	7	8	8	8	7	7	7	8	8	7	7
39	9	7	6	6	5	8	7	7	7	7	8	8	8	5	4
40	9	7	6	7	6	8	7	7	6	5	6	8	8	8	6
41	7	5	7	6	8	6	7	7	7	7	7	5	5	8	8
42	9	6	4	4	1	8	6	6	3	2	6	5	5	5	3
43	9	6	8	7	5	3	4	7	5	6	5	6	6	7	3
44	6	5	5	5	7	6	5	6	5	7	5	5	5	7	6
45	9	8	7	7	7	8	9	8	8	8	9	9	9	7	9
46	8	8	7	4	3	8	6	7	4	2	7	6	6	6	3
47	9	8	7	6	5	7	8	8	9	6	8	7	7	8	7
48	6	5	5	7	5	4	4	5	5	4	3	6	6	6	6
49	5	6	6	5	8	5	7	4	5	6	6	6	6	6	7
50	8	9	6	7	6	8	9	6	6	6	8	8	8	6	7
51	6	6	7	8	9	6	5	4	6	5	5	8	8	8	5
52	8	7	7	6	6	6	7	6	6	6	8	7	7	7	6



## m) Evaluación sensorial mediante la escala hedónica respecto al sabor y aceptabilidad

Jueces N°	Sabor					Aceptabilidad				
	Muestras					Muestras				
	0%	5%	10%	15%	20%	0%	5%	10%	15%	20%
1	6	6	6	5	7	7	6	6	4	6
2	8	9	7	7	8	8	9	8	8	8
3	9	6	8	6	4	8	6	6	6	5
4	8	8	4	8	7	8	8	5	8	7
5	9	7	7	8	8	9	8	8	7	7
6	7	8	7	6	6	8	7	6	6	6
7	6	8	7	6	8	5	7	6	7	8
8	7	6	6	6	7	7	6	6	7	7
9	5	7	7	8	8	6	7	8	8	8
10	8	7	9	6	6	7	7	8	7	6
11	7	8	6	7	6	6	7	6	7	6
12	9	8	8	8	6	6	8	6	9	4
13	8	8	8	6	7	8	8	7	7	7
14	9	8	8	8	8	9	7	7	8	5
15	7	8	8	8	5	6	7	8	7	6
16	8	8	3	6	4	9	8	5	6	6
17	8	9	8	8	7	8	9	8	8	7
18	5	5	7	7	8	5	6	7	7	9
19	9	5	6	4	5	8	6	7	6	7
20	8	6	6	5	6	7	5	6	6	6
21	6	6	4	6	4	6	7	5	6	5
22	9	9	8	6	6	8	8	8	6	5
23	7	5	4	5	5	8	5	5	5	6
24	5	8	6	7	8	7	8	6	8	8
25	6	8	5	5	5	8	8	5	5	5
26	9	8	6	8	6	8	7	7	8	6
27	6	7	6	7	8	6	7	7	7	8
28	9	8	5	6	9	9	8	6	7	9
29	8	8	7	6	6	8	8	7	7	6
30	8	7	7	6	6	9	7	7	8	7
31	7	6	7	6	9	8	8	6	5	6
32	8	8	6	7	7	8	8	7	7	6
33	7	7	8	9	9	7	7	8	8	8
34	6	7	8	9	7	8	6	7	8	8
35	8	7	7	7	4	8	7	8	8	6
36	6	6	6	4	9	6	7	6	6	9
37	9	9	9	6	5	9	9	8	7	5
38	8	8	8	6	6	8	8	8	6	7
39	8	5	5	5	8	9	7	6	6	9
40	7	9	8	8	5	7	8	8	7	5
41	7	6	8	8	9	7	6	7	8	8
42	7	5	2	4	2	8	6	2	2	1
43	4	6	3	5	2	5	7	4	6	3
44	5	4	7	7	6	5	6	5	6	9
45	8	7	7	6	7	8	8	8	7	7
46	8	7	8	4	2	8	7	7	4	3
47	9	9	8	7	7	8	8	7	7	7
48	3	4	8	7	4	6	4	7	8	5
49	7	7	4	4	3	6	7	4	5	6
50	8	8	6	7	6	8	9	7	7	6
51	6	5	6	7	6	8	5	7	8	6
52	8	8	8	7	7	8	7	8	7	6

**Anexo II. Fichas de evaluación del análisis de perfil flash y escala hedónica**

**a) Perfil flash**

**BOLETA DE EVALUACION N° 1**

**Nombre:** .....

**Fecha:** .....

**Edad:** .....

**INSTRUCCIONES DE CATA DE PAN MOLDE**

Hoy evaluará cinco muestras de pan molde con diferentes niveles de sustitución

- Por favor, observa, huele y prueba las muestras de una en una, intentando recordar sus características.
- Compáralas y céntrate en las características que las diferencia.
- Haz una lista de los atributos sensoriales de apariencia, olor, sabor o textura que tú consideras que diferencian a las muestras.
- Estamos interesados en tu opinión personal, no hay respuestas correctas o incorrectas

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....
9. ....
10. ....
11. ....
12. ....
13. ....
14. ....
15. ....
16. ....
17. ....
18. ....
19. ....
20. ....
21. ....
22. ....
23. ....
24. ....

GRACIAS.



**BOLETA DE EVALUACION N° 2**

**Nombre:** .....

**Fecha:** .....

**Edad:** .....

**Producto:** Pan molde

**Instrucciones**

Frente a usted tiene cinco muestras de pan molde

Por favor, pruebe cada una de los productos y coloque los códigos de las muestras en la escala de intensidad según su criterio. Marque una línea vertical sobre la línea horizontal para cada muestra e indique el número que presenta el producto, se permiten empates. Recuerde tomar un poco de agua entre muestra y muestra.

**Ordenación creciente**

<u><b>Atributo</b></u>		
1.	-	+
	<----->	
2.	-	+
	<----->	
3.	-	+
	<----->	
4.	-	+
	<----->	
5.	-	+
	<----->	
6.	-	+
	<----->	
7.	-	+
	<----->	
8.	-	+
	<----->	

¡Muchas Gracias!



### Ficha de evaluación llenadas

FICHA DE EVALUACIÓN N°1

Nombre: Anei Aguilar Fecha: 13/11/19

Edad : 23

**INSTRUCCIONES DE CATA DE ALIMENTOS:**

Hoy evaluará cinco productos.

- Por favor, observa, huele y prueba las muestras de una en una, intentando recordar sus características.
- Compáralas y céntrate en las características que las diferencia.
- Haz una lista de los atributos sensoriales de apariencia, olor, sabor o textura que tú consideras que diferencian a las muestras.
- Estamos interesados en tu opinión personal, no hay respuestas correctas o incorrectas

1. <u>Eponjoso</u>	16. _____
2. <u>Duro</u>	17. _____
3. <u>color oscuro</u>	18. _____
4. <u>peco</u>	19. _____
5. <u>Adherente</u>	20. _____
6. <u>Arenoso</u>	21. _____
7. <u>corteza dura</u>	22. _____
8. <u>Astringente</u>	23. _____
9. _____	24. _____
10. _____	25. _____
11. _____	26. _____
12. _____	27. _____
13. _____	28. _____
14. _____	29. _____
15. _____	30. _____

Muchas Gracias!



**FICHA DE EVALUACIÓN N°2**

Nombre: Ancel Aguilar. Fecha: 13/11/19

Producto:

Instrucciones:

Frente a usted tiene cinco productos.

Por favor, pruebe cada una de los productos y coloque los códigos de las muestras en la escala de intensidad según su criterio. Marque una línea vertical sobre la línea horizontal para cada muestra e indique el número que presenta el producto, se permiten empates.

Recuerde tomar un poco de agua entre muestra y muestra.

<u>Atributo</u>	<u>Ordenación creciente</u>
1. Esponjoso	← 429 <sup>1</sup> 120 <sup>2</sup> 805 <sup>3,5</sup> 675 <sup>5</sup> → 382
2. Duro	← 675 <sup>1</sup> 120 <sup>2</sup> 382 <sup>3</sup> 805 <sup>4</sup> 429 <sup>5</sup> →
3. color osuro	← 120 <sup>1</sup> 805 <sup>2</sup> 429 <sup>3</sup> 382 <sup>4</sup> 675 <sup>5</sup> →
4. Seco	← 382 <sup>1</sup> 675 <sup>2</sup> 805 <sup>3</sup> 120 <sup>4</sup> 429 <sup>5</sup> →
5. Adherente	← 429 <sup>1</sup> 675 <sup>2</sup> 382 <sup>3</sup> 805 <sup>4</sup> 120 <sup>5</sup> →
6. Arenoso	← 120 <sup>1</sup> 429 <sup>2</sup> 805 <sup>3</sup> 675 <sup>4</sup> 382 <sup>5</sup> →
7. corteza Dura	← 805 <sup>1</sup> 382 <sup>2</sup> 675 <sup>3</sup> 120 <sup>4</sup> 429 <sup>5</sup> →
8. Astringente.	← 120 <sup>1</sup> 429 <sup>2</sup> 805 <sup>3</sup> 382 <sup>4</sup> 675 <sup>5</sup> →

¡Muchas Gracias!



b) Escala hedónica



Universidad nacional Micaela bastidas de Apurímac  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial



**Evaluación sensorial para el pan el de molde**

**Nombres y apellidos:** ..... **Edad:** ..... **fecha:** .....

Las calificaciones para los parámetros de evaluación sensorial del siguiente producto están en una escala cuantitativa de 1 a 9, donde:

Valor	Escala
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Por favor, a continuación, indique el grado de aceptación para cada muestra según los valores asignados en el cuadro anterior

Atributos	código de la muestra				
	120	429	675	805	382
Color					
Olor					
Textura					
Sabor					
Aceptabilidad general					


**Recomendaciones o sugerencias:**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

Gracias.



Ficha de evaluación llenada


**Universidad nacional Micaela bastidas de Apurímac**  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial**

**Evaluación sensorial para el pan el de molde**

**Nombres y apellidos:** .....Yudy...Chumbi...Catui..... **Edad:** 28 **fecha:** 05/12/19

Las calificaciones para los parámetros de evaluación sensorial del siguiente producto están en una escala cuantitativa de 1 a 9, donde:

Valor	Escala
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Por favor, a continuación, indique el grado de aceptación para cada muestra según los valores asignados en el cuadro anterior

Atributos	código de la muestra				
	120	429	675	805	382
Color	8	8	7	7	8
Olor	8	9	7	7	8
Textura	7	8	8	7	8
Sabor	7	8	9	7	9
Aceptabilidad	7	8	8	7	8

**Recomendaciones o sugerencias:**

.....

.....

.....





### Anexo III. resultados de los analisis fisicoquimicos realizados en el laboratorio de evaluacion de alimentos(LENA) de la UNALM

a) Analisis nutricional del pan molde cons ustitución parcial de harina de basul germinado



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION**  
**LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

#### INFORME DE ENSAYO LENA N° 1122/2019

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC  
NOMBRE DEL PRODUCTO : 15 muestras  
(Denominación responsabilidad del cliente)  
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE  
FECHA DE RECEPCIÓN : 14-11-2019  
FECHA DE ANÁLISIS : Del 14/11/19 al 13/12/19  
CANTIDAD DE MUESTRA : Indicado en tabla  
PRESENTACION : Muestras en bolsas de plástico  
IDENTIFICACION : AQ19-1122/01-15

ELN<sup>1</sup> = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

#### Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,

**Dr. Carlos Gómez Bravo**  
Jefe del Laboratorio de Evaluación  
Nutricional de Alimentos



La Molina, 13 de Diciembre del 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**  
**LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1122/2019

**RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO**

CÓDIGO	AQ19-1122/01	AQ19-1122/02	AQ19-1122/03	AQ19-1122/04	AQ19-1122/05	AQ19-1122/06
MUESTRA	N:852 EAPIA UNAMBA	N:368-EAPIA UNAMBA	N:680 EAPIA UNAMBA	N:789 EAPIA UNAMBA	N:456 EAPIA UNAMBA	N:095 EAPIA UNAMBA
PESO (gramos)	85	93	71	73	78	95
a.- HUMEDAD, %	4.6	4.56	5.43	4.96	4.75	5.23
b.- PROTEÍNA TOTAL (N x 6.25), %	13.38	13.73	13.89	13.33	13.38	13.50
c.- GRASA, %	10.79	10.88	10.84	11.55	11.00	11.70
d.- FIBRA CRUDA, %	1.73	1.52	1.69	0.88	1.20	1.24
e.- CENIZA, %	1.25	1.24	1.36	0.78	0.95	1.21
f.- ELN <sup>1</sup> , %	68.25	68.07	66.79	68.50	68.72	67.12

Legenda de todo el análisis proximal de la muestras de pan molde

N° de muestra	N:789	N:456	N:123	N:095	N:963	N:057	N:229	N:541	N:021	N:852	N:368	N:680	N:054	N:085	N:415
Sustitución (%)	0	0	0	5	5	5	10	10	10	15	15	15	20	20	20



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe  
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION**  
**LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1122/2019

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ19-1122/07	AQ19-1122/08	AQ19-1122/09	AQ19-1122/10	AQ19-1122/11	AQ19-1122/12
MUESTRA	N:123 EAPIA UNAMBA	N:963 EAPIA UNAMBA	N:057 EAPIA UNAMBA	N:229 EAPIA UNAMBA	N:054 EAPIA UNAMBA	N:085 EAPIA UNAMBA
PESO (gramos)	78	80	67	70	76	72
a.- HUMEDAD, %	5.42	5.44	7.54	5.79	5.75	5.68
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	13.11	13.41	13.32	13.50	13.68	13.71
c.- GRASA, %	11.64	11.89	11.68	11.12	11.47	11.61
d.- FIBRA CRUDA, %	0.57	0.63	0.79	1.21	1.80	1.19
e.- CENIZA, %	1.14	1.01	1.35	1.57	1.20	1.88
f.- ELN <sup>1</sup> , %	68.12	67.62	65.32	66.81	66.10	65.93



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe  
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**  
**LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

**INFORME DE ENSAYO LENA N° 1122/2019**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO**

CÓDIGO MUESTRA	AQ19-1122/13 N:415 EAPIA UNAMBA	AQ19-1122/14 N:541 EAPIA UNAMBA	AQ19-1122/15 N:021 EAPIA UNAMBA
PESO (gramos)	87	99	71
a.- HUMEDAD, %	5.18	4.91	5.35
b.- PROTEÍNA TOTAL (N x 6.25), %	13.76	13.51	13.58
c.- GRASA, %	11.70	11.19	11.29
d.- FIBRA CRUDA, %	1.15	0.94	1.06
e.- CENIZA, %	1.22	1.31	1.20
f.- ELN <sup>1</sup> , %	66.99	68.14	67.52



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe  
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



**Anexo IV. resultados de digestibilidad aparente de proteína para el tratamiento con mayor porcentaje de proteína (20%) realizado en el bioterio de la facultad de zootecnia**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION**  
**LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

"Año de la Universalización de la Salud"

**RESULTADOS FINALES DE DIGESTIBILIDAD APARENTE DE PROTEÍNA**  
**INFORME DE ENSAYO N° EB20 - 0201**

**SOLICITANTE:** UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC  
**MUESTRA:** PAN

PARÁMETRO	PAN
Número de animales	6
Peso inicial (g)	65.62
Peso final (g)	87.80
Ganancia de peso (g)	22.18
Consumo de alimento (g)	72.67
Materia seca del alimento (%)	94.37
Proteína en alimento (%)	14.14
Proteína ingerida - Pi, (g)	10.275
Promedio de heces excretadas (g)	13.26
Materia seca heces (%)	57.96
Proteína en heces (%)	10.98
Promedio proteína excretada en heces - Ph, (g)	1.456
<b>Digestibilidad Aparente - Dig. Ap. (%)</b>	<b>85.83</b>

$$\text{Dig. Ap.} = \frac{\text{Pi} - \text{Ph}}{\text{Pi}} \times 100$$

**Dig. Ap.** = Digestibilidad aparente de la proteína.

**Pi** = Proteína ingerida por el grupo de animales alimentado con dieta proteica.

**Ph** = Proteína excretada en heces del grupo de animales alimentado con dieta proteica.

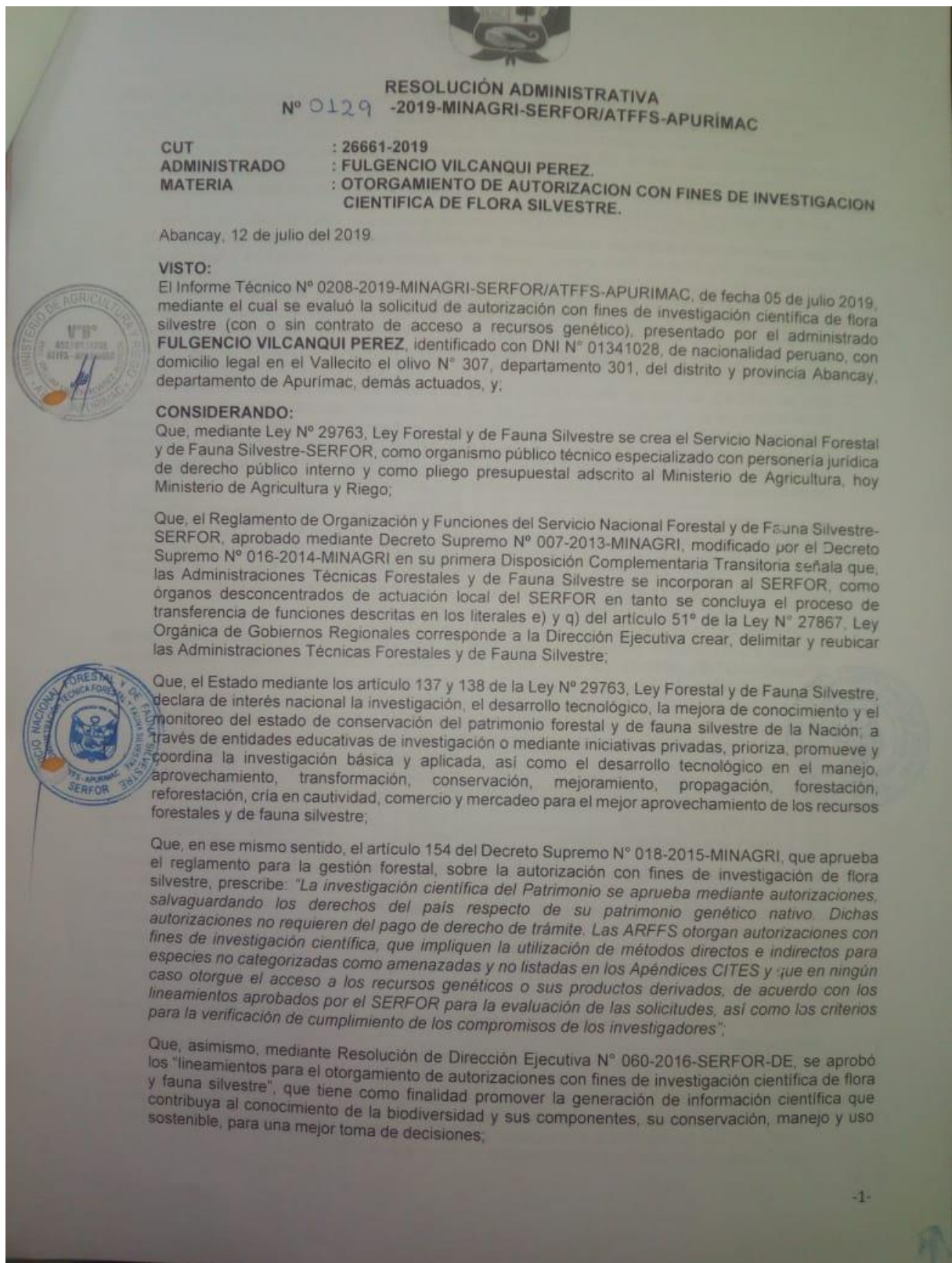
  
 Dr. Carlos Gómez-Buaya  
 Jefe del Laboratorio de Evaluación  
 Nutricional de Alimentos

La Molina, 17 de Febrero del 2020

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe  
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0930



Anexo v. Autorización emitida por SERFOR para realizar la recolección de frutos de basul



Que, también, la ARFFS en el marco de la Ley N° 27444 y a través de sus instrumentos normativos sobre la materia, realiza fiscalización posterior de la documentación presentada y la información declarada en la solicitud parata el otorgamiento de la autorización con fines de investigación científica. Cuando se verifique que la información o documentación presentada es falsa o contraria a la normatividad vigente, se realizan las acciones correspondientes, de ser el caso, para declarar la nulidad de la autorización otorgada. Ello, sin perjuicio a las responsabilidades de carácter administrativo, civil y penal que corresponda;

Que, conforme se consigna en el documento de **VISTO**, la solicitud de autorización con fines de investigación científica de flora silvestre sobre las "características nutricionales y funcionales de germinado de basul *Erythrina edulis* y la inclusión en un producto de panificación" por el periodo comprendido entre junio hasta octubre del 2019, con colecta de flora silvestre, en la comunidad campesina de Cruzpata, distrito Lambrama, provincia Abancay, departamento Apurímac, presentado por el investigador Fulgencio Vilcanqui Pérez, docente de la carrera profesional de ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, cumple con los requisitos establecido en la RDE N° 060-2016-SERFOR-DE, por lo que, procede otorgar la autorización, para la colecta de 60 Kg. de fruto de basul *Erythrina edulis*, de árboles existentes en sistemas agroforestales en el ámbito de la comunidad campesina de Cruzpata. Asimismo, recomienda emitir la Resolución Administrativa aprobando la correspondiente autorización. Además, recomienda que la Resolución Administrativa debe contener la relación de los investigadores participantes, el código de autorización de acuerdo a la metodología del SERFOR y obligaciones, finalmente, recomienda que, el investigador deberá presentar el informe final de los resultados de la investigación desarrollada;

De conformidad con el D.S. N° 006-2017-JUS, que aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del SERFOR, modificado por el Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI y estando a la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 003-2019-SERFOR-DE, de fecha 23 de enero del 2019, y con el visto bueno de Asesoría Legal.

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- OTORGAR**, la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre N° 03-APU-ABA/AUT-IFL-2019-001, al administrado **FULGENCIO VILCANQUI PEREZ**, identificado con DNI N° 01341028, de nacionalidad peruano, con domicilio legal en el Vallecito el olivo N° 307, departamento 301, del distrito y provincia Abancay, departamento de Apurímac, y a los participantes en el proyecto de investigación "características nutricionales y funcionales de germinado de basul *Erythrina edulis* y la inclusión en un producto de panificación", de acuerdo al siguiente detalle:

N°	Nombres	Participación	DNI	Nacionalidad
1	Guadalupe Chaquilla Quilca	Co-Investigador	09615158	peruano
2	Victor Hugo Sarmiento Casavilca	Co-Investigador	28317046	peruano
3	Yeni Ventura Saldivar	Tesista 1	48792785	Peruana
4	Candy Naya Céspedes Orosco	Tesista 2	76292040	peruana

**Artículo 2°.- INFORMAR**, que la autorización para realizar la investigación científica de flora silvestre sobre las "características nutricionales y funcionales de germinado de basul *Erythrina edulis* y la inclusión en un producto de panificación", permite colectar 60 Kg. del fruto de la especie forestal Basul (*Erythrina edulis*), en sistemas agroforestales de la comunidad campesina de Cruzpata, distrito Lambrama, provincia Abancay, departamento Apurímac, por el periodo de dos (2) meses de acuerdo al cronograma de trabajo, computados a partir del día siguiente de la notificación de la presente Resolución Administrativa.

**Artículo 3°.- EXHORTAR**, al titular de la autorización y los participantes cumplir las siguientes obligaciones:

- a) No extraer especímenes, ni muestras biológicas, de flora silvestre no autorizada; no ceder los mismos a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado.
- b) Entregar a la ATFFS Apurímac un informe final en idioma español, incluyendo una versión digital en el mismo idioma, como resultado de la autorización otorgada, así como copia de las publicaciones producto de la investigación realizada, e indicar el número de la Autorización en las publicaciones generadas. Esta información es ingresada al SNIFFS.



**Artículo 4º.-** La Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Apurímac, no se responsabiliza por los accidentes o daños sufridos por los solicitantes de esta autorización, por lo que se exhorta cumplir con todas las medidas de seguridad durante la ejecución del proyecto.

**Artículo 5º.-** El incumplimiento de las obligaciones podrá ser causal para denegar futuras autorizaciones a nivel institucional, sin perjuicio de ejercer acciones administrativas, civiles y penales que corresponda.

**Artículo 6º.- NOTIFICAR,** la presente Resolución al administrador en su domicilio legal ubicado en el Vallecito el olivo N° 307, departamento 301, del distrito y provincia Abancay, departamento de Apurímac.

**Artículo 7º.- REMITIR,** la presente Resolución Administrativa a la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, en el plazo dentro del plazo de 7 días hábiles, para la incorporación en el SNIFFS.

**Artículo 8º.- DISPONER,** la publicación de la presente Resolución en el Portal Web del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre: [www.serfor.gob.pe](http://www.serfor.gob.pe).

**REGÍSTRESE Y COMUNIQUESE.**

C. Copia.  
Archivo  
Interesado  
DGI/DFFS  
SERFOR  
OSINFOR



Ing. Gianfranco Tulliano Palacios

Administrador Técnico de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Apurímac-ATFFS Apurímac  
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre  
SERFOR



Anexo VI. figuras



a) Frutos de basul



b) Proceso de germinado de los frutos de basul



c) Frutos de basul germinado



d) Secado en estufa de basul germinado



e) Molienda de basul germinado



f) Harina de basul germinado



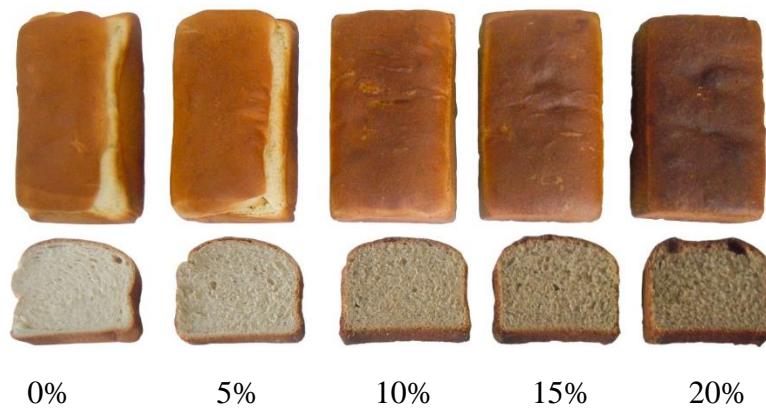
g) Proceso de mezcla para la elaboración de pan



h) Boleado de la masa para la obtención de pan molde



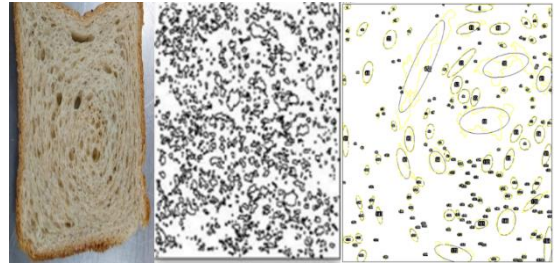
i) Horneado del pan



j) Pan molde con diferentes niveles de sustitución



k) Determinación de los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$



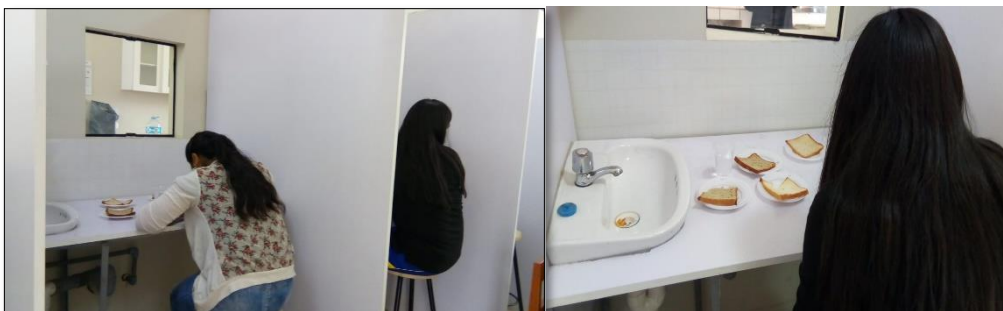
l) Determinación de porosidad del pan molde



m) Evaluación de volumen específico



n) Evaluación sensorial mediante la técnica de perfil flash



o) Evaluación sensorial mediante la escala hedónica